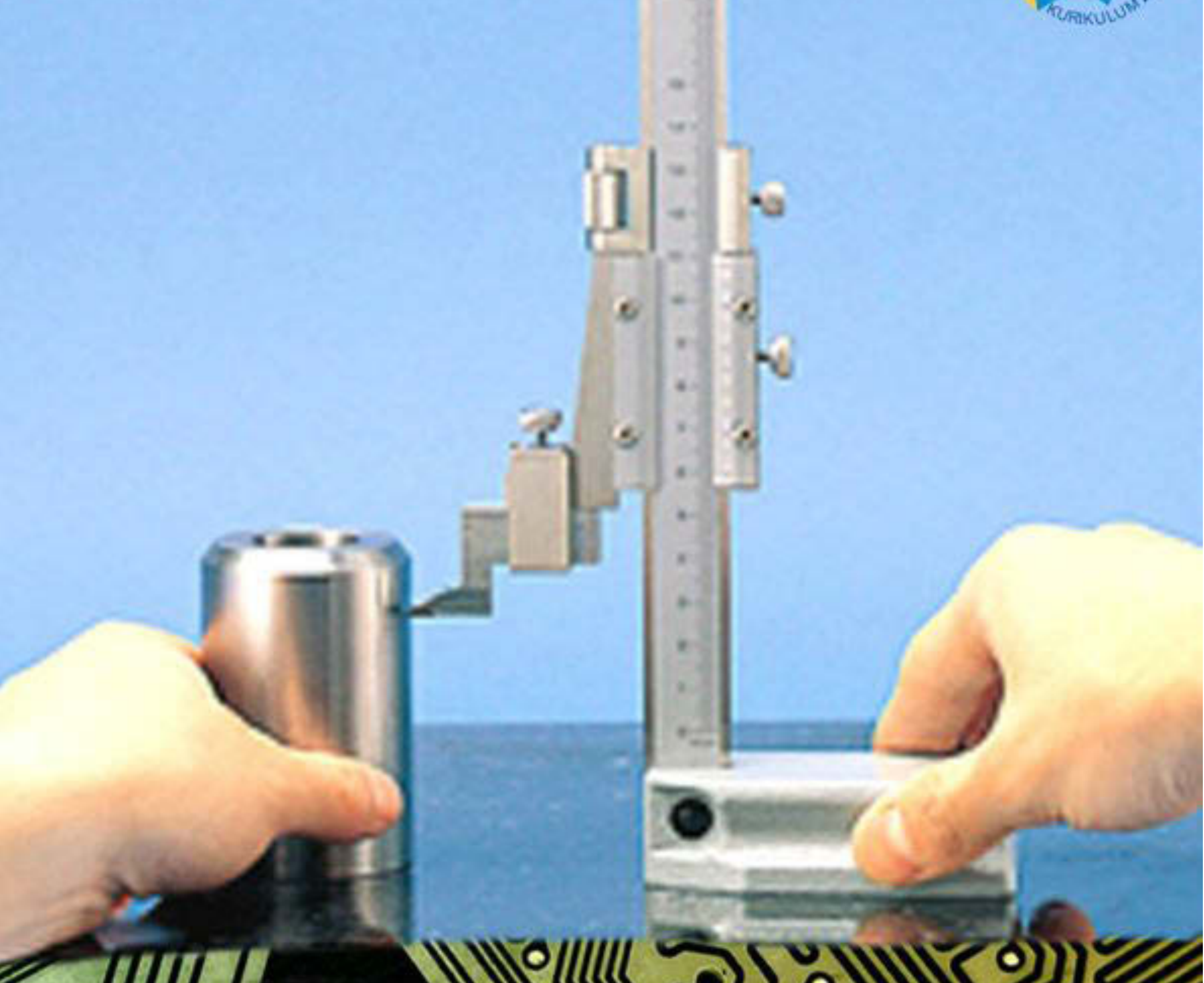
Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan
Republik Indonesia
2013



TEKNIK KERJA BENGKEL

1

Untuk SMK / MAK Kelas X



Penulis : ARIE ERIC RAWUNG
Editor Materi : WELDAN KUSUF
Editor Bahasa :
Ilustrasi Sampul :
Desain & Ilustrasi Buku : PPPPTK BOE MALANG

Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika:

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5, Malang 65102, Telp. (0341) 491239, (0341) 495849, Fax. (0341) 491342, Surel: vedcmalang@vedcmalang.or.id, Laman: www.vedcmalang.com



DISKLAIMER (*DISCLAIMER*)

Penerbit tidak menjamin kebenaran dan keakuratan isi/informasi yang tertulis di dalam buku tek ini.Kebenaran dan keakuratan isi/informasi merupakan tanggung jawab dan wewenang dari penulis.

Penerbit tidak bertanggung jawab dan tidak melayani terhadap semua komentar apapun yang ada didalam buku teks ini.Setiap komentar yang tercantum untuk tujuan perbaikan isi adalah tanggung jawab dari masing-masing penulis.

Setiap kutipan yang ada di dalam buku teks akan dicantumkan sumbernya dan penerbit tidak bertanggung jawab terhadap isi dari kutipan tersebut. Kebenaran keakuratan isi kutipan tetap menjadi tanggung jawab dan hak diberikan pada penulis dan pemilik asli.Penulis bertanggung jawab penuh terhadap setiap perawatan (perbaikan) dalam menyusun informasi dan bahan dalam buku teks ini.

Penerbit tidak bertanggung jawab atas kerugian, kerusakan atau ketidaknyamanan yang disebabkan sebagai akibat dari ketidakjelasan, ketidaktepatan atau kesalahan didalam menyusun makna kalimat didalam buku teks ini.

Kewenangan Penerbit hanya sebatas memindahkan atau menerbitkan mempublikasi, mencetak, memegang dan memproses data sesuai dengan undang-undang yang berkaitan dengan perlindungan data.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Teknik Elektronika Industri, Edisi Pertama 2013

Kementerian Pendidikan & Kebudayaan

Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, th. 2013: Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Bidang Studi Keahlian dan Rekayasa, Teknik Elektronika.

Penerapan kurikulum 2013 mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 menyebabkan terjadinya perubahan, yakni dari pengajaran (*teaching*) menjadi BELAJAR (*learning*), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru (*teachers-centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (*student-centered*), dari pembelajaran pasif (*pasive learning*) ke cara belajar peserta didik aktif (*active learning-CBSA*) atau *Student Active Learning-SAL*.

Buku teks ″Teknik Kerja Bengkel″ ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains.

Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran ″Teknik Kerja Bengkel″ ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan eksperimen ilmiah (penerapan scientifik), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku teks siswa untuk Mata Pelajaran Teknik Kerja Bengkel kelas X/Semester 1 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Jakarta, 12 Desember 2013

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA



DAFTAR ISI













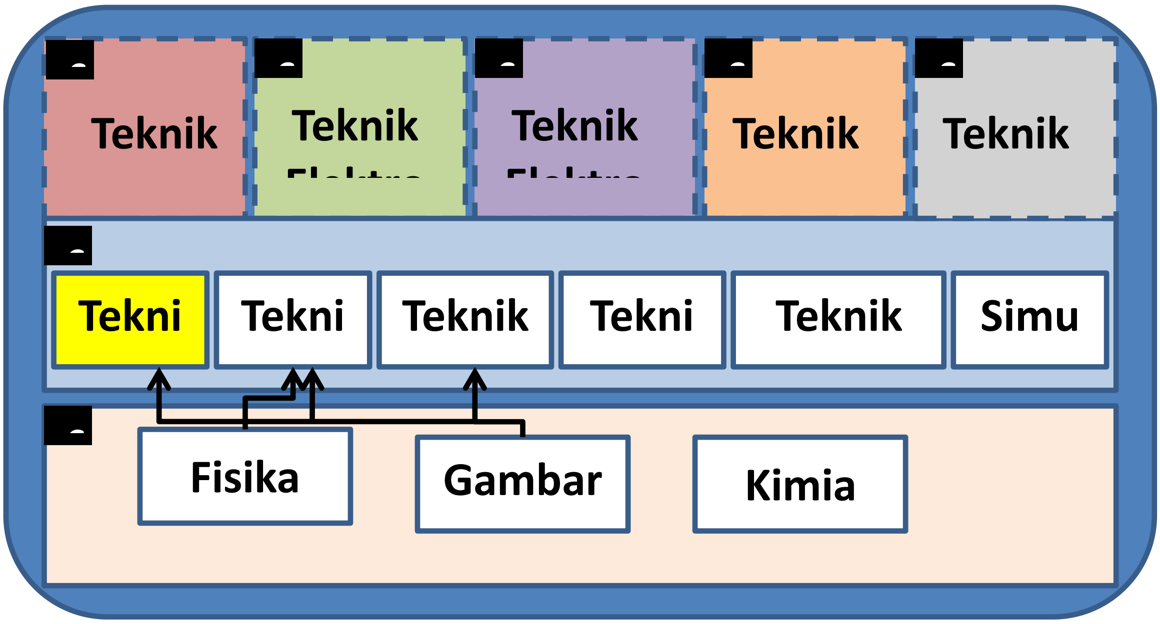








PETA KEDUDUKAN MODUL





KEGIATAN BELAJAR 1

Kesehatan dan Keselamat Kerja

A. Tujuan Pembelajaran

1. Memahami Hukum Kerja
2. Memahami Kesehatan Kerja.
3. Memahami Keselamatan Kerja.

B. Uraian Materi

1. Hukum Kerja.
2. Kesehatan Kerja.
3. Keselamat Kerja.

C. Alokasi Waktu

36 jam pelajaran

D. Metode Pembelajaran

Teori dan Praktek

E. Media pembelajaran

- Alat perkakas
- Mistar
- Peralatan keselamatan kerja



KEGIATAN 1

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

- ⇒ Mempergunakan alat pemegang benda kerja dengan benar
- ⇒ Mempergunakan alat ukur benda kerja dengan benar
- ⇒ Mempergunakan alat penanda benda kerja dengan benar
- ⇒ Mempergunakan alat pemotong ben dakerja dengan benar
- ⇒ Mempergunakan alat penyerut benda kerja dengan benar
- ⇒ Mempergunakan alat pemotong benda kerja dengan benar
- ⇒ Mempergunakan alat pelubang benda kerja dengan benar
- ⇒ Mempergunakan alat pemukul bendak erja dengan benar
- ⇒ Mempergunakan mesin bor benda kerja dengan benar

1.1 Undanga-undang Ketenagakerjaan Indonesia

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 13 TAHUN 2003 TENTANG KETENAGAKERJAAN

Pasal 86

(1) Setiap pekerja/buruh mempunyai hak untuk memperoleh perlindungan atas:

a. keselamatan dan kesehatan kerja;

b. moral dan kesusilaan; dan

c. perlakuan yang sesuai dengan harkat dan martabat manusia serta nilai-nilai agama.

(2) Untuk melindungi keselamatan pekerja/buruh guna mewujudkan produktivitas kerja yangoptimal diselenggarakan upaya keselamatan dan kesehatan kerja.

(3) Perlindungan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) dilaksanakan sesuaidengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pasal 87

(1) Setiap perusahaan wajib menerapkan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerjayang terintegrasi dengan sistem manajemen perusahaan.

(2) Ketentuan mengenai penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerjasebagaimana dimaksud dalam ayat (1) diatur dengan Peraturan Pemerintah.

1.1.1 Pengertian

Kesehatan Kerja :

Upaya-upaya yang ditujukan untuk memperoleh kesehatan yang setinggi-tingginya dengan cara mencegah dan memberantas penyakit yang diidap oleh pekerja, mencegah kelelahan kerja dan menciptakan lingkungan kerja yang sehat.

Keselamatan Kerja

Upaya-upaya yang ditujukan untuk melindungi pekerja; menjaga keselamatan orang lain; melindungi peralatan, tempat kerja dan bahan produksi; menjaga kelestarian lingkungan hidup dan melancarkan proses produksi.

Tempat Kerja

Tiap ruangan atau lapangan, tertutup atau terbuka, bergerak atau tetap dimana pekerja bekerja atau yang sering dimasuki untuk keperluan pekerjaan.

Setiap buruh mempunyai hak untuk memperoleh perlindungan atas : kesehatan dan keselamatan kerja; moral dan kesusilaan serta perlakuan yang sesuai dengan harkat dan martabat manusia serta nilai-nilai agama (Pasal 86 ayat 1 UU 13/2003).

Setiap perusahaan wajib menerapkan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja yang menyatu dengan sistem manajemen perusahaan (Pasal 87 ayat 1 UU No. 13/2003).

Pelanggaran terhadap Pasal 87 UU 13/2003 adalah sanksi administratif berupa: teguran, peringatan tertulis, pembatasan kegiatan usaha, pembekuan kegiatan

usaha, pembatalan persetujuan, pembatalan pendaftaran, penghentian sementara sebagian atau seluruh alat produksi dan pencabutan ijin oleh Menteri atau Pejabat yang ditunjuk (Pasal 190 UU 13/2003).

Ruang lingkup berlakunya keselamatan kerja adalah di segala tempat kerja baik di darat, di alam tanah, dipermukaan air, didalam air maupun di udara dimana (Pasal 2 UU 1/1970 Tentang Keselamatan Kerja) :

1. Dibuat, dicoba, dipakai atau dipergunakan mesin, pesawat, alat, perkakas, peralatan, atau instalasi yang berbahaya atau dapat menimbulkan kecelakaan, kebakaran atau peledakan.
2. Dibuat, diolah, dipakai, dipergunakan, diperdagangkan, diangkut atau disimpan bahan atau barang yang dapat meledak, mudah terbakar, menggigit, beracun, menimbulkan infeksi, bersuhu tinggi.
3. Dikerjakan pembangunan, perbaikan, perawatan, pembersihan atau pembongkaran rumah, gedung atau bangunan lainnya termasuk bangunan pengairan, saluran atau terowongan di bawah tanah dan sebagainya atau dimana dilakukan pekerjaan persiapan.
4. Dilakukan usaha pertanian, perkebunan, pembukaan hutan, pengerjaan hutan, pengolahan kayu atau hasil hutan lainnya, peternakan, perikanan dan lapangan kesehatan.
5. Dilakukan usaha pertambangan dan pengolahan emas, perak, logam atau biji logam lainnya, batu-batuan, gas, minyak atau mineral lainnnya, baik di permukaan atau didalam bumi, maupun didasar perairan.
6. Dilakukan pengangkutan barang, binatang atau manusia, baik didaratan, melalui terowongan, dipermukaan air, didalam air maupun diudara.
7. Dikerjakan bongkar muat barang muatan kapal, perahu, dermaga, dok, stasiun atau gudang.
8. Dilakukan penyelaman, pengambilan benda dan pekerjaan lain didalam air.
9. Dilakukan pekerjaan dalam ketinggian diatas permukaan tanah atau perairan.
10. Dilakukan pekerjaan dibawah tekanan udara atau suhu yang tinggi atau rendah.



11. Dilakukan pekerjaan yang mengandung bahaya tertimbun tanah, kejatuhan, terkena pelantingan benda, terjatuh atau terperosok, hanyut atau terpelanting.
12. Dilakukan pekerjaan dalam tangki, sumur atau lubang.
13. Terdapat atau menyebar suhu, kelembaban, debu, kotoran, api, asap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar atau radiasi, suara atau getaran.
14. Dilakukan pembuangan atau pemusnahan sampah atau timah.
15. Dilakukan pemancaran, penyiaran atau penerimaan radio, radar, televisi atau telepon.
16. Dilakukan pendidikan, pembinaan, percobaan, penyelidikan atau riset penelitian yang menggunakan alat tehnis.
17. Dibangkitkan, diubah, dikumpulkan, disimpan, dibagi-bagikan atau disalurkan listrik, gas, minyak atau air.
18. Diputar film, dipertunjukkan sandiwara atau diselenggarakan rekreasi lainnya yang memakai peralatan, instalasi listrik atau mekanik.

1.1.2 Syarat-syarat Keselamatan Kerja

Pasal 3 ayat (1) UU 1/1970 tentang Keselamatan Kerja mengatakan :

1. Mencegah dan mengurangi kecelakaan.
2. Mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran.
3. Mancegah dan mengurangi bahaya peledakan.
4. Memberi kesempatan atau jalan menyelamatkan diri pada waktu kebakaran atau kejadian-kejadian lain yang berbahaya.
5. Memberi pertolongan pada kecelakaan.
6. Memberi alat-alat perlindungan diri pada para pekerja.
7. Mencegah dan mengendalikan timbul atau menyebar luasnya suhu, kelembaban, debu, kotoran, asap, uap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar atau radiasi, suara dan getaran.
8. Mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat kerja baik phisik maupun psikis, peracunan, infeksi dan penularan.
9. Memperoleh penerangan yang cukup dan sesuai.
10. Menyelenggarakan suhu dan lembab udara yang baik.
11. Menyelenggarakan penyegaran udara yang cukup.
12. Memelihara kebersihan, kesehatan dan ketertiban.



13. Memperoleh keserasian antara tenaga kerja, alat kerja, lingkungan cara dan proses kerjanya.
14. Mengamankan dan memperlancar pengangkutan orang, binatang, tanaman atau barang.
15. Mengamankan dan memelihara segala jenis bangunan.
16. Mengamankan dan memperlancar pekerjaan bongkar muat, perlakuan dan penyimpanan barang.
17. Mencegah terkena aliran listrik yang berbahaya.
18. Menyesuaikan dan menyempurnakan pengamanan pada pekerjaan yang bahaya kecelakaannya menjadi bertambah tinggi.

1.1.3 Hak dan Kewajiban Buruh/Pekerja dalam Pelaksanaan K3

Kewajiban pekerja (Pasal 12 UU 1/1970)

1. Memberikan keterangan yang benar bila diminta oleh pegawai pengawas dan atau ahli K3.
2. Memakai alat pelindung diri.
3. Mentaati syarat-syarat K3 yang diwajibkan.

Hak pekerja

1. Meminta kepada pengusaha agar melaksanakan semua syarat K3 yang diwajibkan.
2. Menyatakan keberatan untuk bekerja apabila syarat-syarat K3 dan alat pelindung diri tidak memenuhi syarat.



1.1.4 Hak dan Kewajiban Pengusaha dalamPelaksanaan K3

Kewajiban pengusaha(Pasal 9 dan Pasal 14 UU 1/1970)

1. Menunjukan dan menjelaskan kepada tiap pekerja baru tentang :
    a. kondisi-kondisi dan bahaya-bahaya di tempat kerjanya .
    b. alat-alat pengamanan dan alat pelindung yang harus digunakan.
    c. cara-cara dan sikap kerja yang aman dalam melaksanakan pekerjaan.
2. Memeriksakan kesehatan badan, kondisi mental dan kemampuan fisik pekerja yang akan diterima/dipindahkan.
3. Menempatkan syarat-syarat K3 yang diwajibkan ditempat kerja.
4. Memasang poster-poster K3.
5. Melakukan pemeriksaan kesehatan pekerja secara berkala.
6. Memenuhi dan mentaati semua syarat-syarat dan ketentuan yang berlaku bagi usaha dan tempat kerja yang dijalankan.

Hak pengusaha

Meminta pekerja untuk mentaati syarat-syarat dan petunjuk-petunjuk K3

Peanggaran

Tindakan Pidana Pelanggaran UU No. 1 Tahun 1970 dengan ancaman hukuman maksimum 3 (tiga) bulan penjara atau denda setinggi-tingginya Rp 100.000,- (Pasal 15 ayat 2 UU No. 1/1970).

1.1.5 Penerapan K3 di perusahaan

1. Membentuk atau meningkatkan aktivitas Panitia Pembina Keselamatan dan Keselamatan Kerja (P2K3) yang terdiri dari unsur pekerja/Serikat Pekerja dan Manajemen dengan anggota yang memiliki kepedulian, pengetahuan dan ketrampilan tentang K3.
2. Membuat rencana kegiatan serta melaksanakan, memonitor dan mengevaluasi rencana kegiatan.
3. Melakukan aktivitas harian dalam bentuk inspeksi, berbicara 5 menit tentang K3, peneguran dan penjelasan.



4. Melakukan aktivitas mingguan dalam bentuk pertemuan tentang K3, evaluasi, pengecekan dan analisis.
5. Melakukan aktivitas bulanan dalam bentuk rapat pleno dengan seluruh unsur-unsur manajemen dan pekerja, pelaporan, pengecekan dan analisis.
6. Pada saat tertentu melakukan penyelidikan kecelakaan, analisis keamanan pekerjaan, diagnosis, general chek up serta kampanye K3.

1.1.6 Peranan Serikat Pekerja dalam pengembangan K3

1. Mendorong pembentukan.
2. Meningkatkan kualitas P2K3 yang sudah ada.
3. Berpartisipasi aktif dalam P2K3.
4. Menyusun dan merundingkan klausul KKB tentang K3.
5. Mendidik kader-kader K3.
6. Menyusun chek list K3.
7. Memonitor pelaksanaan K3.



1.2 Kesehatan Kerja

1.2.1 Faktor-faktor penyakit akibat kerja

1.2.1.1 Fisik

Suara yang berisik, tekanan udara yang berubah-ubah, suhu yang tinggi, suhu yang rendah, getaran, penerangan yang kurang, sinar infra merah dan ultra fiolet, radiasi.

1.2.1.2 Kimiawi

- Gas (CO, HS, HCN Amoniak) yang dapat menyebabkan keracunan.
- Uang logam yang dapat menyebabkan kulit meradang.
- Larutan zat kimia yang dapat menyebabkan penyakit kulit, dermatitis dan luka bakar.
- Debu, penimbunan debu dalam paru-paru yang dapat menyebabkan penyakit tertentu seperti : asbestosis oleh debu asbes, byssinosis oleh debu kapas, stenosis oleh debu biji timah dan siderosis oleh debu yang mengandung Fe202.

1.2.1.3 Faal

- Sikap badan yang kurang tepat pada waktu kerja dan beban berat yang dapat menyebabkan keluhan di pinggang.
- Kerja yang berdiri terus menerus yang dapat menyebabkan varises pada tungkai bawah atau platvoet pada kaki.

1.2.1.4 Mental psikologik

- Pekerjaan yang tidak sesuai dengan bakat dan pendidikan
- Beban dan tanggung jawab pekerjaan yang diluar batas kemampuan.
- Tidak dapat bekerjasama dengan rekan sekerja, atasan atau bawahan.

1.2.1.5 Hayati

- Cacing yang dapat menyebabkan ankylostomiasis, schitosomiasis.
- Serangga (kutu, nyamuk dan lebah) yang dapat menularkan penyakit malaria dan filariasis.



- Bakteri antara lain penyakit anthrax yang ditularkan oleh hewan.
- Jamur yang dapat menyebabkan panu, fytyriasis, versicolor dan blastomycosis.
- Getah yang dapat menyebabkan penyakit kulit.

1.2.2 Faktor-faktor Penyebab bahaya terhadap kesehatan

- Debu :

  jika terhirup, mempengaruhi paru-paru sehingga menyebabkan pneumokoniosisi (radang paru-paru). Debu tertentu menimbulkan penyakit tertentu seperti :

  1. Asbes : asbestosis
  2. Silica :silicosis
  3. Batubara :pneumokonius

- Racun :

  Racun yang telah dicerna dapat :

  1. Memepengaruhi organ tubuh mana saja
  2. Tubuh menyerap sejumlah racun dengan sangat cepat
  3. Sisanya melewati tubuh dan akhirnya dievakuasi
  4. Tidak perlu dimuntahkan dengan cara dipancingkarena dapat menyebabkan kerusakan yang lebih besar ketimbang racun itu sendiri

- Zat pelarut :

  Masuk ketubuh melalui :

  1. Asupan cairan
  2. Hirupan asap
  3. Penyerapan melalui kulit

- Korosif :
  1. Asam dan alkali
  2. Menghancurkan jaringan tubuh
  3. Dapat diencerkan dengan memberi banyak air



4. Memerlukan pertolongan medis

- Iritan :
    1. Dalam bentuk debu atau cair dapat bereaksi dengan kulit dan menyebabkan dermatitis
    2. Jika dihirup debu dapat menimbulkan iritasi dan fibrosis pada paru-paru
- Gas :

    Karena sifat beracun dari gas atau asap yang terhirup.

- Pemekaan :

    Dapat menjadi peka terhadap zat-zat, debu kayu, jamur dari jerami busuk, uap solder dll.

- Logam :

    Penyakit dengan tingkat keparahan uyang beragam dapat disebabkan oleh eksposur terhadap logam-logam seperti :

    1. Timbal
    2. Merkuri
    3. Kromium
    4. Arsenit
    5. Nikel
- Radiasi :

    Dipancarkan oleh material-material radioaktif, merusak sperma dan sel darah putih

- Alat Kerja Bergetar :
    1. Menyebabkan luka-luka di tangan dan lengan.
    2. Menyebabkan penyempitan pembuluh darah di tangan
- Kebisingan :
    1. Pengaruh utamanya adalah kehilangan pendengaran akibat imbas bising
    2. Kebisingan yang berlebihan dapat menyebabkan kepenatan



- Panas dan lembab :

    Bekerja pada temperature dan tingkat kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan kejang, stroke panas dan kelelahan

- Mikroorganisme :

    Sejumlah mikroorganis yang mengganggu :

    1. virus
    2. bakteri
    3. jamur

- Kegiatan yang berulang-ulang :

    Aksi kuat yang dilakukan berulang-ulang pada tubuh bagian atas menyebabkan :

    1. Tenosynovitis (radang otot)
    2. Sindrom tulang pergelang tangan
    3. Kram jemari

- Tekanan / stres :

    Reaksi phikologis terhadap factor-faktor yang berada di luar kendali manusia, seperti :

    1. Tuntutan pekerjaan berada di atas atau di bawah kemampuan
    2. Lingkungan kerja
    3. Hubungan dengan sesame pekerja atau organisasi



1.3 Keselamatan Kerja

1.3.1 Faktor-faktor Keselamatan Kerja penyebab kecelakaan kerja

1.3.1.1 Faktor manusia

- Tingkah laku yang sembrono, pengetahuan yang kurang, keterampilan yang kurang memadai, kelelahan, kondisi fisik yang kurang sehat, mental yang labil/stress dan tidak disiplin dalam mematuhi aturan keselamatan.

1.3.1.2 Faktor alat-alat kerja

- Kurang sesuai dengan postur tubuh, tidak layak pakai, tidak memakai alat pengaman.

1.3.1.3 Faktor lingkungan kerja

- Kondisi tempat kerja yang tidak memenuhi persyaratan, sikap pimpinan yang kurang mendukung.

1.3.2 Lingkungan kerja yang diharapkan

- Teratur.
- Bersih dan tidak licin.
- Nyaman suhunya.
- Ada keseimbangan antara waktu kerja dan waktu istirahat.
- Harmonis tata warna dan tata letaknya.
- Kondisi mesin dan alat-alat produksi lainnya disesuaikan dengan manusianya.
- Ada pengaturan intensitas dan penyebaran cahaya.
- Bahan-bahan beracun terkendali.
- Limbahnya dinetralisir.
- Ada suasana kekeluargaan.

1.3.3 Tindakan berbahaya

- Mengoperasikan mesin tanpa wewenang.
- Mengoperasikan mesin dengan kecepatan berlebihan.
- Membuat alat keselamatan tidak bekerja/berfungsi.



- Gagal memberikan dan memastikan tanda peringatan berbahaya.
- Menggunakan perkakas yang rusak.
- Menggunakan perkakas yang salah.
- Tidak menggunakan alat pelindung diri.
- Memuat atau menempatkan barang secara tidak benar.
- Mengangkat dengan cara yang salah.
- Mengambil posisi badan yang salah.
- Memperbaiki perkakas (mesin) yang sedang bergerak.
- Bersenda gurau pada waktu bekerja.
- Mabuk pada waktu bekerja.

1.3.4 Keadaan berbahaya

- Penutup atau pelindung keselamatan berada pada posisi yang tidak tepat.
- Tata rumah tangga (lingkungan kerja) yang jorok dan semrawut.
- Suara bising yang berlebihan.
- Ventilasi yang kurang tepat.
- Adanya penyebaran radiasi.
- Mesin, alat kerja dan bahan-bahan produksi dalam keadaan rusak.
- Sistem pemberian peringatan/tanda yang tidak tepat.
- Atmosfir yang tidak terkontrol (gas, debu dan uap).

1.3.5 Macam kecelakaan

- Tertumbuk pada sesuatu
- Tertumbuk oleh sesuatu
- Jatuh dari ketinggian yang berbeda.
- Tersangkut dalam sesuatu
- Tersangkut pada sesuatu
- Tersangkut diantara sesuatu.
- Kontak dengan listrik, panas, dingin, radiasi, caustic, suara bising dan bahan beracun.
- Beban berlebihan.



1.4 .Perlindungan Kesehatan

1.4.1 Pertolongan Pertama pada Kecelakaan (P3K)

Pertolongan pertama pada kecelakaan (P3K) dedefenisikan sebagai :

- Perawatan darurat hingga tenaga medis atau perawat tiba di tempat.
- Perawatan cedera kecil yang tidak memerlukan perawatan atau bahkan tidak memerlukan perhatian medis

Fasilitas-fasilitas P3K yang harus disediakan tercantum dalam *Health and Sfety (First Aid) regulation 1981*, dengan saran-saran :

- Cakupan fasilitas kesehatannya tergantung pada resiko yang dihadapi
- Jumlah petugas P3K harus mencukupi< satu petugas untuk setiap lima pekerja untuk pekerjaan beresiko rendah
- Harus terdapat ruang P3K jika :
    1. Tempat kerja tesebut beresiko tinggi
    2. Tempat kerja berada jauh dari rumah sakit
    3. Akses ke rmah sakit atau dokter sulit dilakukan
- Kotak P3K harus :
    1. Kuat agar dapat melindungi isinya
    2. Dapat diisi lagi
    3. Berisi kartu panduan pertolongan pertama pada kecelakaan
    4. Digunakan hanya untuk barang-barang P3K
- Jika tersedia ruang P3K, ruang tersebut harus :
    1. Berada dibawah pengawasan petugas P3K atau perawat
    2. Menyediakan petugas P3K yang siaga selama ada orang yang sedang bekerja.
    3. Memiliki tenaga pengganti yang bertanggung jawab terhadap setiap tindakan P3K
    4. Mudah diakses oleh ambulans
    5. Cukup luas untuk meletakan tempat tidur
    6. Memiliki pintu yang cukup lebar untuk dilalui oleh kursi roda
    7. Didisain dengan permukaan yang dapat dibersihkan dengan mudah
    8. Memiliki air panas dan dingin untuk keperluan cuci mencuci



9. Menyediakan tempay untuk petugas P3K
10. Dilengkapi dengan buku penatalaksanaan untuk mencatat pelaksanaan yang dilakukan.

- Petugas P3K harus :
    1. Dilatih dalam pelatihan yang telah disetujui oleh dinas kesehatan
    2. Telah menerima pelatihan tertentu jika terdapat bahaya-bahaya khusus yang muncul
    3. Mencatat seluruh penatalaksanaan yang diberikan
    4. Menerima pelatihan yang teratur.

1.4.2 Perlengkapan P3K

1.4.2.1 Kotak P3K

Kotak P3K minimal harus memuat :

- Kartu petunjuk
- 20 bungkus perban balut steril berperekat
- 4 bungkus perban segitiga
- 6 buah peniti
- 6 bungkus perban balut steril berukuran sedang tanpa obat
- 2 bungkus perban balut steril berukuran besar tanpa obat
- 3 bungkus perban balut steril berukuran ekstra besar tanpa obat
- 1 pasang sarung tangan sekali pakai

1.4.2.2 Perlengkapan Tambahann P3K

Pasokan air keran atau air steril dalam botol untuk mencuci mata sebaiknya disediakan. Perlengkapan lainnya antara lain :

- Tandu atau bidang adatar lainnya untuk membawa pasien
- Sepasang gunting baja tahan karat berujung tumpul
- Celemek plastic dan sarung tangan sekali pakai
- Selimut
- Tempat sampah untuk membuang kasa dan baju pembalut yang telah dipakai



1.5 . Pelindung Diri

1.5.1 Alat Pelindung Diri

Dalam menyediakan perlindungan terhadap bahaya, prioritas pertama seorang majikan adalah melindungi pekerjanya secara keseluruhan ketimbang secara individu.

Penggunaan alat pelindung diri atau *Personal Protective Equipment* (PPE) yang efektif harus :

- Sesuai dengan bahaya yang dihadapi
- Terbuat dari material yang akan tahan terhadap bahaya tersebut
- Tidak mengganggu kerja operator yang sedang bertugas
- Memiliki konstruksi yang sangat kuat
- Tidak mengganggu PPE yang lain yang sedang dipakai secara bersamaan
- Tidak meningkatkan resiko terhadap pemakainya

Pemakaian (PPE) harus :

- Disediakan secara gratis
- Diberikan satu persatu orang atau jika tidak, harus dibersihkan setelah digunakan
- Hanya digunakan untuk keperentukannya
- Dijaga dalam keadaan baik
- Diperbaiki atau diganti jika mengalami kerusakan
- Disimpan di tempat yang sesuai ketika tidak digunakan

Operator yang menggunakan (PPE) harus memperoleh :

- Informasi tentang bahaya yang dihadapi
- Instruksi tentang tindakan pencegahan yang perlu diambail
- Pelatihan tentang penggunaan peralatan dengan benar
- Pelatihan cara memelihara dan menyimpan PPE
- Instruksi agar melaporkan setiap kecatatan atau kerusakan.



Contoh-contoh PPE :

Bagian Tubuh	Bahaya	PPE
Kepala	Benda-beda jatuh Ruang yang sempit Rambut terjerat	 
Mata	Debu, partikel-partikel beterbangan, asap, bunga api dan sinar	 
Telinga	Suara bising	 



Bagian Tubuh	Bahaya	PPE
Paru	Debu, asap dan gas beracun	 
Tangan	Tepi-tepi dan ujung yang tajam Zat kimia krosif	 



Bagian Tubuh	Bahaya	PPE
Kaki	Terpelest, benda tajam dilantai, benda jatuh Percikan logam cair	 
Kulit	Kotoran dan bahan korosif ringan, korosif kuat dan zat pelarut	
Tubuh	Zat pelarut dan kelembaban Tepi-tepi dan ujung yang tajam Zat kimia krosif	 



1.5.2 Simbol-simbol Pelindung Diri

1.5.2.1 Simbol-simbol Wajib Mengunakan PPE

Simbol	Kewajiban	PPE
	Menggunakan PPE untuk kepala	
	Menggunakan PPE untuk mata	
	Menggunakan PPE untuk telinga	
	Menggunakan PPE untuk hidung	
	Menggunakan PPE untuk tangan	
	Menggunakan PPE untuk kaki	



1.5.2.2 Simbol-simbol Waspada terhadap Bahaya





1.5.2.3 Simbol-simbol Larangan



1.5.2.4 Simbol-simbol Petunjuk P3K





Rangkuman

- UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 13 TAHUN 2003 TENTANG KETENAGAKERJAAN mengatur tentang hak tenaga kerja untuk mendapat perlindungan keselamatan kerja, moral dan kesetaraan harkat dan martabat.
- Kesehatan kerja adalah upaya-upaya yang ditujukan untuk memperoleh kesehatan yang setinggi-tingginya, mencegah kelelahan kerja dan menciptakan lingkungan kerja yang sehat.
- Keselamatan kerja adalah upaya-upaya yang ditujukan untuk melindungi pekerja; menjaga keselamatan orang lain; melindungi peralatan, tempat kerja dan bahan produksi untuk mendukung kelancaran proses produksi.
- Faktor-faktor Keselamatan Kerja penyebab kecelakaan kerja :
  - Faktor manusia
  - Faktor alat-alat kerja
  - Faktor lingkungan kerja



Tugas

Masing-masing peserta didik diminta untuk mengamati beberapa macam bentuk benda kerja yang terbuat dari bahan logam baja lunak (*mild steel*) dan atau logam non besi seperti aluminium, dan masing-masing peserta didik diminta untuk mengidentifikasi alat apa saja yang digunakan untuk membuat benda kerja tersebut.

Tes Formatif

1. Jelaskan pengertian kesehatan kerja dan keselamatan kerja!
2. Sebutkan minimal 5 persyaratan keselamatan kerja sesuai dengan Pasal 3 ayat (1) UU 1/1970 tentang Keselamatan Kerja!
3. Sebutkan hak dan kewajiban tenaga kerja sesuai dengan Pasal 12 UU 1/1970!
4. Apa fungsi dari kotak P3K dan sebutkan standart minimal isi dari P3K!



Lembar Kerja Peserta didik

Jawab :





KEGIATAN BELAJAR 2

Kerja Bengkel

A. Tujuan Pembelajaran

1. Memahami macam-macam symbol.
2. Memahami teknik gambar rangkaian elektronika analog dan digital berdasarkan standar internasional.
3. Memahami teknik gambar board rangkaian tercetak (PCB) lapis tunggal (single layer) berdasarkan diagram rangkaian.

B. Uraian Materi

1. Macam-macam simbol.
2. Teknik gambar rangkaian elektronika analog dan digital berdasarkan standar internasional.
3. Teknik gambar board rangkaian tercetak (PCB) lapis tunggal (single layer) berdasarkan diagram rangkaian.

C. Alokasi Waktu

36 jam pelajaran

D. Metode Pembelajaran

Teori dan Praktek

E. Media pembelajaran

- Alat perkakas
- Mistar
- Peralatan keselamatan kerja



KEGIATAN 1

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

⇒ Mempergunakan alat pemegang bendakerja dengan benar

⇒ Mempergunakan alat ukurbendakerja dengan benar

⇒ Mempergunakan alat penandabendakerja dengan benar

⇒ Mempergunakan alat pemotong bendakerja dengan benar

⇒ Mempergunakan alat penyerut bendakerja dengan benar

⇒ Mempergunakan alat pemotong bendakerja dengan benar

⇒ Mempergunakan alat pelubang bendakerja dengan benar

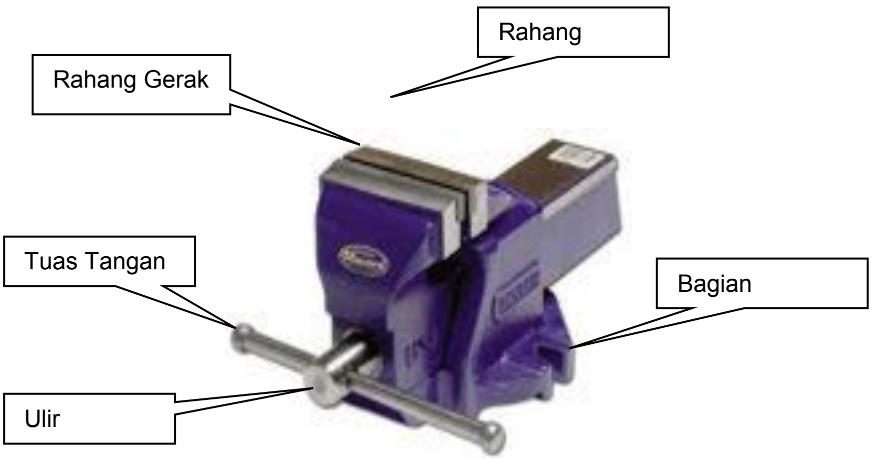
⇒ Mempergunakan alat pemukul bendakerja dengan benar

⇒ Mempergunakan mesin bor bendakerja dengan benar

2.1 Alat Pemegang Benda

2.1.1 Ragum

Ragum atau ada juga yang menyebut tanggem, catok atau dalam bahasa inggrisnya disebut *vise* merupakan alat utama pada kerja bangku yang berfungsi untuk memegang/menjepit benda kerja ketika dikerjakan dalam proses kerja bangku.



Gambar 1.1 Ragum

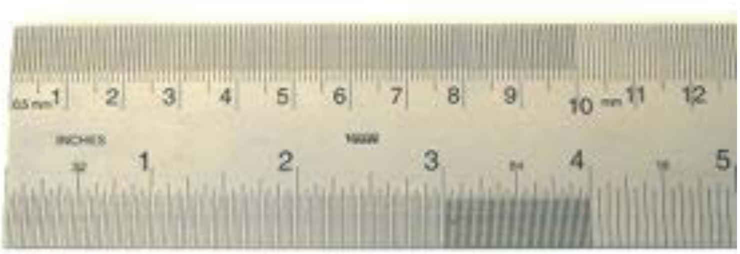
Ragum tersedia dalam berbagai macam variasi dan ukuran sesuai dengan kebutuhan. Setidaknya berdasarkan gerakannya ada tiga macam ragum yaitu: Ragum Biasa, Ragum Berputar, dan Ragum Universal.

2.1.2 Alat Pengukur

2.1.2.1 Mistar Ukur

Mistar ukur adalah alat ukur untuk mengetahui nilai panjang, lebar, tinggi/ketebalan, dan kedalaman. Alat ini berbentuk pipih lurus dilengkapi dengan satuan ukuran metrik dan imperial. Mistar dengan satuan metrik berbasis pada satuan milimeter dan setengah milimeter, sedangkan mistar satuan imperial berbasis pada satuan inchi dengan pembagian 16, 32, atau 64 bagian. Jika dibagi dalam 16 bagian artinya harga satuan terkecil adalah 1/6", jika dibagi dalam 32 bagian maka satuan terkecil sama dengan 1/32" sedangkan jika dibagi dalam 64 bagian berarti satuan terkecil adalah 1/64".

Mistar ukur terbuat dari logam (baja atau aluminium), plastik, formika, atau kayu. Untuk kerja bangku umumnya terbuat dari baja.Satu sisi mistar diberi satuan ukuran metrik dan sisi lain diberi satuan ukuran imperial, namun ada mistar yang hanya mencantumkan satu sistem ukuran pada salah satu sisinya, misalnya hanya metrik atau imperial. Panjang mistar antara 10 cm s.d. 1 meter, namun yang biasa digunakan di bengkel kerja bangku adalah mistar berskala ukur ganda dengan panjang 30 cm atau 12" (1foot). Bila diperlukan yang lebih panjang, tersedia pula mistar lipat dan mistar gulung (rol mistar).



Gambar 1.2

Model mistar baja berskala ganda (metrik dan imperial)



Tabel 1.1 Konversi imperial ke metrik

1/16"		= 1,6 mm
2/16"	= 1/8"	= 3,2 mm
3/16"		= 4,8 mm
4/16"	= 1/4"	= 6,35 mm
5/16"		= 8 mm
6/16"	= 3/8"	= 9,5 mm
7/16"		= 11,1 mm
8/16"	= 1/2"	= 12,7 mm
9/16"		= 14,3 mm
10/16"	= 5/8"	= 15,9 mm
11/16"		= 17,5 mm
12/16"	= 3/4"	= 19,05 mm
13/16"		= 20,6 mm
14/16"	= 7/8"	= 22,2 mm
15/16"		= 23,8 mm
16/16"	= 1"	= 25,4 mm

2.1.2.2 Mistar Lipat

Alat ukur ini dapat dilipat karena dilengkapi dengan sambungan pada setiap panjang tertentu, lipatan ini dinamakan bilah ukur. Meteran dengan jarak lipatan 10 cm akan terdapat 10 bilah ukur, sedangkan jarak lipatan 20 cm akan terdapat 5 bilah ukur.

Bahan meteran terbuat dari baja, aluminium, plastik, formika atau kayu.Sistem ukuran biasanya dipakai ke duanya (metrik dan imperial) tetapi tidak menutup kemungkinan hanya mencantumkan salah satu sistem ukuran.



Gambar 1.3 Mistar Lipat

2.1.2.3 Mistar Gulung (Rol Meter)

Dalam perkembangannya, meteran dibuat lebih panjang dari satu meter, bahkan ada yang sampai 100 m. Meteran semacam ini terbuat dari bahan serat nylon, kain, kulit atau lembaran plat baja tipis sehingga dapat digulung pada sebuah selubung, oleh karena itu dinamakan mistar/meteran gulung. Panjang meteran gulung yang terbuat dari plat baja antara 2 s.d. 10 m, meteran ini mempunyai konstruksi khusus yang dapat menggulung kembali secara otomatis, sedangkan meteran gulung kain/kulit panjangnya bisa mencapai 100 m tetapi tidak dapat menggulung secara otomatis.

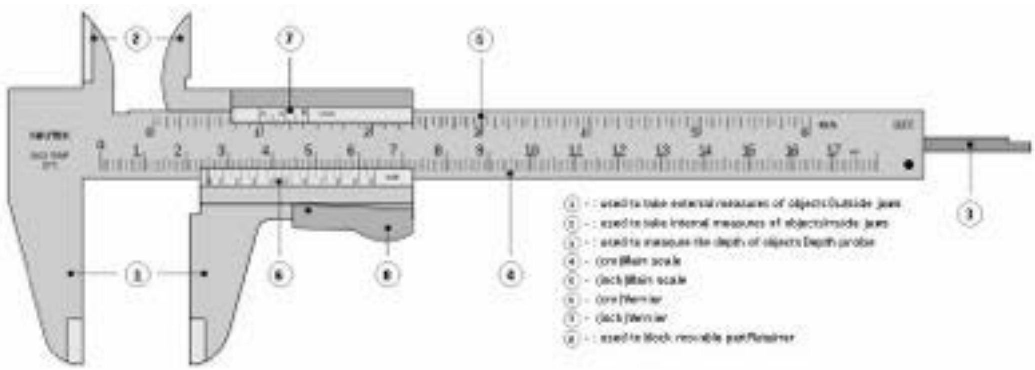


Gambar 1.4 Mistar Gulung



2.1.2.4 Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat ukur yang ketelitiannya dapat mencapai seperseratus milimeter.Umumnya terbuat dari baja tahan karat.Terdiri dari dua bagian, bagian diam memuat skala ukur utama dalam sistem matrik dan imperial, dan bagian bergerak memuat skala ukur pembagi.Pembacaan hasil pengukuran sangat bergantung pada keahlian dan ketelitian pengguna maupun alat. Sebagian buatan terbaru sudah dilengkapi dengan *display digital*. Pada versi analog, umumnya tingkat ketelitian adalah 0.05 mm (19 mm dalam skala utama dibagi dalam 20 bagian dalam skala pembagi) untuk jangka sorong dibawah 30cm, dan 0.01 untuk yang di atas 30cm.



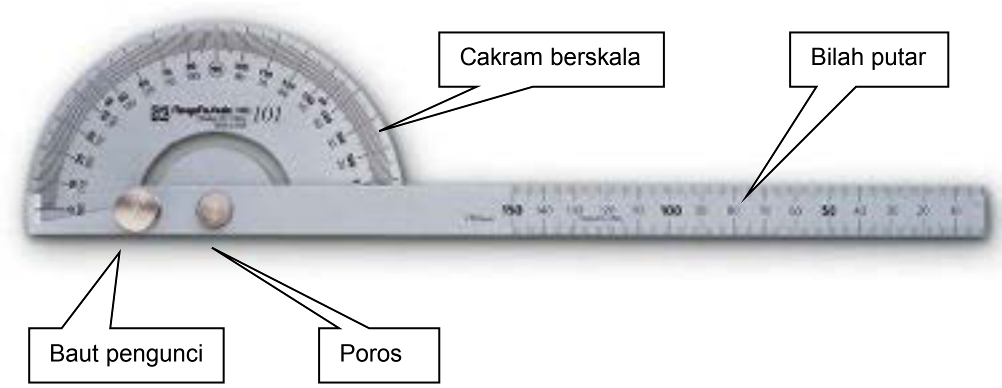
Gambar 1.5 Jangka Sorong

Keterangan Gambar:

1. Pengukur ukuran luar
2. Pengukur ukuran dalam
3. Pengukur ukuran kedalaman
4. Skala utama dalam Cm (metrik)
5. Skala utama dalam Inchi (imperial)
6. Skala geser (*vernier/nonius*) untuk sistem metrik
7. Skala geser (*vernier/nonius*) untuk sistem imperial
8. Kunci penahan balok geser

2.1.2.5 Busur Derajat (Protractor)

Busur derajat adalah alat yang dapat untuk mengukur dan membentuk sudut antara dua bidang permukaan benda kerja yang saling bertemu.Protractor sederhana biasanya terdiri dari cakram pipih separuh lingkaran berskala mulai dari 0^{o} sampai dengan 180^{o}dan bilah putar.



Gambar 1.6 Busur Derajat (*Protactor*)

2.1.2.6 Pengukur Tinggi (Hight Gauge)

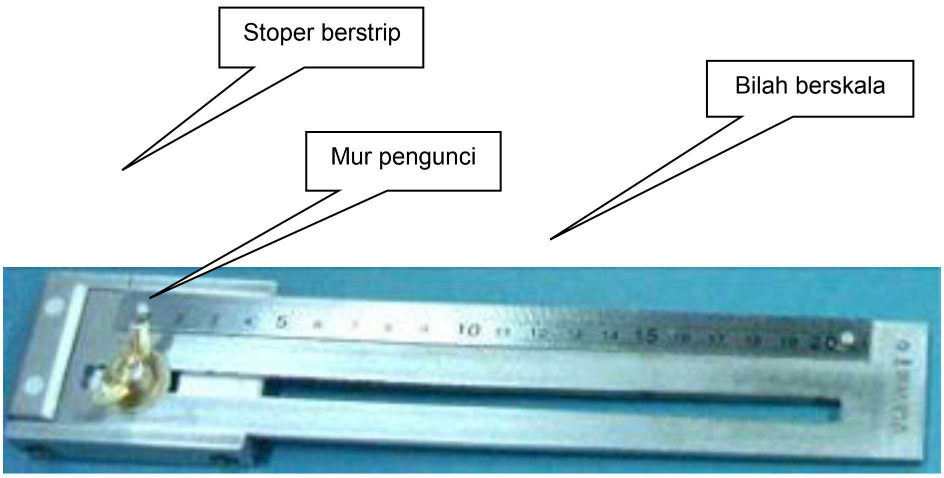
Height gauge adalah sebuah alat pengukuran yang berfungsi mengukur tinggi benda terhadap suatu bidang acuan atau bisa juga untuk memberikan tanda goresan secara berulang terhadap benda kerja sebagai acuan dalam proses pengerjaan selanjutnya (permesinan). Dengan adanya kemajuan teknologi pengukur tinggi juga dikembangkan dari analog menjadi digital.



Gambar 1.7 Pengukur Tinggi (*Hight Gauge*)

2.1.2.7 Mistar Geser

Mistar geser terdiri dari dua bagian, bagian/bilahberskala ukur, skala ukur biasanya dalam metrik saja sepanjang 20 Cm, sedangkan bagian yang lain (*stoper*) bertanda strip, dimana posisi strip tersebut berada, disitulah besaran pengukuran diperoleh. Bagian lain adalah mur pengunci untuk mengunci/ mengikat kedua bagian mistar setelah diperoleh ukuran yang diinginkan.



Gambar 1.8 Mistar Geser



2.1.3 Penyiku

Penyiku atau siku-siku merupakan salah satu alat pada kerja bangku yang terbuat dari baja yang berfungsi untuk memeriksa ketepatan sudut pada benda kerja.Umumnya penyiku memiliki besaran sudut 90° dan 135°.Ada juga penyiku yang dapat distel (penyiku lipat), penyiku lipat bahkan sudah ada yang dilengkapi dengan layar baca digital.



Gambar 1.9 Penyiku

2.1.3.1 Mal Radius

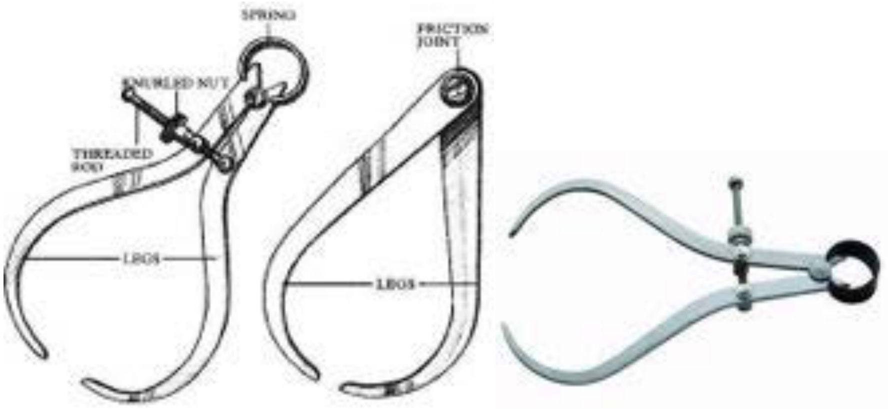
Mal radius umum diproduksi dalam bentuk set yang terdiri dari beberapa tingkat besaran radius (misalnya R1 – 7 mm) baik untuk pemeriksaan radius luar maupun radius dalam. Mal radius dibuat dari pelat baja perkakas.



Gambar 1.10 Mal Radius

2.1.3.2 Jangka Bengkok

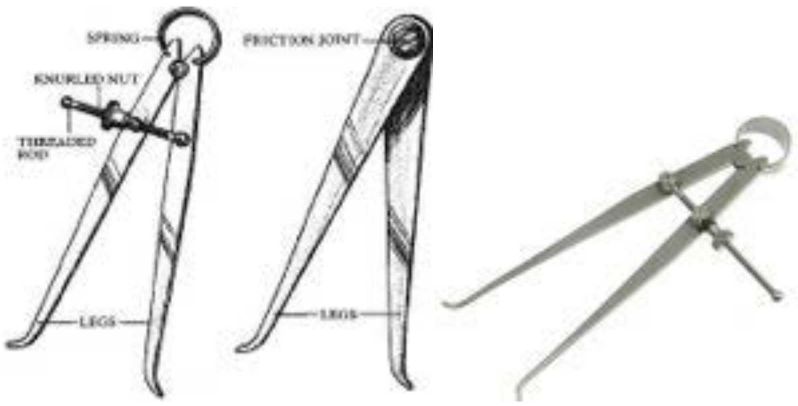
Jangka bengkok adalah jangka yang kedua kakinya dibuat melengkung kedalam yang mana pangkal kedua kakinya ada yang diikat secara sesak dengan sebuah poros (keling) dan ada yang pertemuan pangkal kedua kakinya bertumpu pada sebuah poros dan di klem dengan sebuah pegas daun yang melingkar, untuk penyetelan jarak kakinya menggunakan batang berulir dan mur yang dipasang merangkai kedua kakinya. Jangka bengkok terbuat dari baja perkakas dan berfungsi sebagai mal atau untuk mengukur ukuran luar, diantaranya ketebalan benda kerja, diameter luar benda-benda silindris, kesejajaran dua permukaan bidang pada sebuah benda kerja.



Gambar 1.11 Jangka Bengkok

2.1.3.3 Jangka Kaki

Jangka kaki adalah jangka yang pada ujung kedua kakinya dibuat bengkok keluar yang mana pangkal kedua kakinya ada yang diikat secara sesak dengan sebuah poros (keling) dan ada yang pertemuan pangkal kedua kakinya bertumpu pada sebuah poros dan di klem dengan sebuah pegas daun yang melingkar, untuk penyetelan jarak kakinya menggunakan batang berulir dan mur yang dipasang merangkai kedua kakinya. Jangka kaki terbuat dari baja perkakas dan berfungsi sebagai mal atau untuk mengukur ukuran dalam, diantaranya diameter lubang, diameter dalam dari pipa, atau celah pada benda kerja.



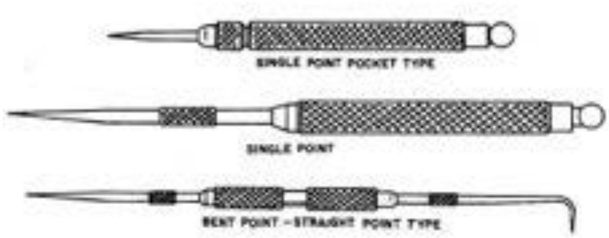
Gambar 1.12 Jangka Kaki



2.1.4 Alat Penanda

2.1.4.1 Penggores

Penggores adalah alat untuk membuat tanda atau garis pada permukaan benda kerja.Penggores umumnya berbentuk batang silindris yang bagian ujungnya diruncingkan.Penggores dibuat dari bahan baja perkakas dengan syarat harus lebih keras dari benda kerja yang dikerjakan supaya dapat meninggalkan bekas goresan pada permukaan benda kerja. Model penggores bermacam-macam antara lain model ujung tunggal dan model ujung ganda, ada yang berujung tetap dan ada yang ujungnya dapat diganti.



Gambar 1.13 Penggores

2.1.4.2 Penitik

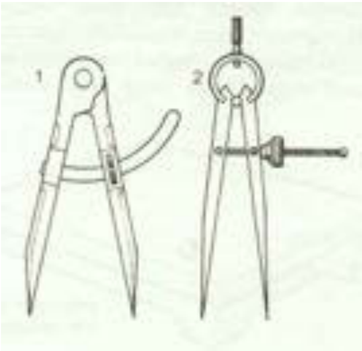
Penitik pusat (*center-punch*) terbuat dari baja perkakas yang bagian badannya dibuat berbentuk batang segi delapan atau dikartel agar tidak licin sewaktu dipegang, ujungnya lancip dengan sudut 90°. Penitik yang bersudut 90° ini sebagai penitik pusat yang digunakan untuk menandai titik pusat lubang yang akan dibor. Sedangkan untuk menandai garis yang akan dipotong dapat digunakan penitik garis (prick-punch), penitik ini mempunyai sudut lancipnya 60°.



Gambar 1.14 Penitik

2.1.4.3 Jangka Tusuk

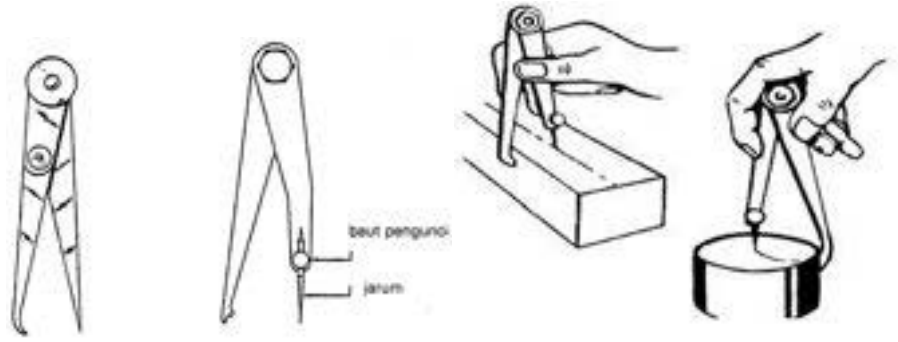
Jangka Tusuk adalah jangka yang pada ujung kedua kakinya dibuat runcing yang mana pangkal kedua kakinya ada yang diikat secara sesak dengan sebuah poros (keling) dan ada yang pertemuan pangkal kedua kakinya bertumpu pada sebuah poros dan di klem dengan sebuah pegas daun yang melingkar, untuk penyetelan jarak kakinya menggunakan batang berulir dan mur yang dipasang merangkai kedua kakinya. Jangka tusuk terbuat dari baja perkakas dan berfungsi sebagai mal ataupun untuk mengukur dan sekaligus dapat digunakan sebagai alat penanda seperti untuk membuat lingkaran, garis lengkung atau busur, dan membuat garis sejajar terhadap tepi benda kerja.



Gambar 1.15 Jangka Tusuk

2.1.4.4 Jangka Pincang (Hermaphrodite caliper)

Bentuk dari jangka pincang ialah kaki yang satu ujungnya sama dengan kaki pada jangka tusuk, sedangkan yang satunya lagi sama bentuknya dengan kaki jangka bengkok. Jangka pincang ini sangat banyak digunakan pada pekerjaan melukis dan menandai seperti; untuk menarik garis sejajar, mencari titik senter/pusat.Dengan demikian jangka ini sangat banyak digunakan pada bengkel kerja bangku maupun pada bengkel kerja mesin. Konstruksi dari jangka ini hampir sama dengan jangka-jangka yang lainnya juga bahan pembuatnya pun dari bahan yang sama.



Gambar 1.16 Jangka pincang

2.1.4.5 Stempel

Stempel digunakan untuk memberikan tanda dipermukaan benda kerja berupa huruf, angka, dan tanda/simbol.Stempel berbentuk batang persegi dan dibuat dari baja perkakas.Setiap batang memuat satu tanda huruf, angka, atau simbol pada salah satu penampang ujungnya, sedangkan ujung yang lain rata. Stempel tersedia dalam beberapa ukuran tinggi huruf, dan yang umum digunakan pada kerja bangku yaitu ukuran 3,5 mm, 5 mm, dan 7 mm. Stempel yang memuat huruf disebut stempel huruf (*Letter Stamping*), stempel yang memuat angka disebut stempel angka (*Number Stamping*).



Gambar 1.17 Stempel Baja (*Steel Stamping*)



Rangkuman

Penggunaan alat harus sesuai dengan peruntukannya, karena penggunaan alat yang tidak sesuai dengan peruntukannya dapat menimbulkan masalah yang bisa berakibat fatal baik terhadap pengguna, benda yang dikerjakan, lingkungan sekitar maupun terhadap alat itu sendiri.

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan kerja bangku umumnya berupa alat-alat tangan (*hand tools*) yang dapat dikelompokkan berdasarkan fungsinya yaitu sebagai alat pengikat/penjepit, alat pengukur dan mal, alat penggambar dan penanda, alat pemotong, alat penyerut, alat pelubang, alat pengulir, alat pemukul, dan yang tidak tergolong dalam alat tangan tetapi digunakan dalam kerja bangku yaitu mesin bor duduk/pilar.

Alat penjepit yang utama dalam kerja bangku adalah ragum.Ragum tersedia dalam berbagai macam variasi dan ukuran sesuai dengan kebutuhan. Setidaknya berdasarkan gerakannya ada tiga macam ragum yaitu: Ragum Biasa, Ragum Berputar, dan Ragum Universal.

Alat ukur dan mal terdiri dari: Mistar ukur berbentuk pipih lurus dilengkapi dengan satuan ukuran metrik (milimeter) dan imperial (inchi). Mistar lipat, dapat dilipat karena dilengkapi dengan sambungan pada setiap panjang tertentu, lipatan ini dinamakan bilah ukur. Meteran dengan jarak lipatan 10 cm akan terdapat 10 bilah ukur, sedangkan jarak lipatan 20 cm akan terdapat 5 bilah ukur. Mistar gulung terbuat dari bahan serat nylon, kain, kulit atau lembaran plat baja tipis sehingga dapat digulung pada sebuah selubung, oleh karena itu dinamakan mistar/meteran gulung. Panjang meteran gulung yang terbuat dari plat baja antara 2 s.d. 10 m. Jangka sorong terbuat dari baja tahan karat. Terdiri dari dua bagian, bagian diam memuat skala ukur utama dalam sistem matrik dan imperial, dan bagian bergerak memuat skala ukur pembagi.Busur derajat untuk mengukur dan membentuk sudut antara dua bidang permukaan benda kerja yang saling bertemu. Pengukur tinggi untuk mengukur tinggi benda terhadap suatu bidang acuan atau bisa juga untuk memberikan tanda goresan secara berulang terhadap benda kerja sebagai acuan dalam proses pengerjaan selanjutnya (permesinan). Mistar geser terdiri dari dua bagian, bagian/bilahberskala ukur, skala ukur biasanya dalam



metrik saja sepanjang 20 Cm, sedangkan bagian yang lain (*stoper*) bertanda strip, dimana posisi strip tersebut berada, disitulah besaran pengukuran diperoleh. Siku-siku merupakan salah satu alat pada kerja bangku yang terbuat dari baja yang berfungsi untuk memeriksa ketepatan sudut pada benda kerja.Mal radius untuk pemeriksaan radius luar maupun radius dalam.Jangka bengkok, jangka yang kedua kakinya dibuat melengkung kedalam berfungsi sebagai mal atau untuk mengukur ukuran luar.Jangka kaki pada ujung kedua kakinya dibuat bengkok keluar berfungsi sebagai mal atau untuk mengukur ukuran dalam.

Alat penanda terdiri dari: Penggores, alat untuk membuat tanda pada permukaan benda kerja. Penggores umumnya berbentuk batang silindris yang bagian ujungnya diruncingkan.Penggores dibuat dari bahan baja perkakas dengan syarat harus lebih keras dari benda kerja yang dikerjakan. Penitik untuk membuat titik pada benda kerja, sudut ujung 90° untuk penitik pusat, sudut ujung 60° untuk penitik garis. Jangka tusuk pada ujung kedua kakinya dibuat runcing berfungsi sebagai mal ataupun untuk mengukur dan sekaligus dapat digunakan sebagai alat penanda. Jangka pincang, kaki yang satu ujungnya runcing, sedangkan yang lainnyasama bentuknya dengan kaki jangka bengkok, berfungsi untuk menarik garis sejajar, mencari titik senter/pusat.Stempel digunakan untuk memberikan tanda dipermukaan benda kerja berupa huruf, angka, dan tanda/simbol.



Tugas

Masing-masing peserta didik diminta untuk mengamati beberapa macam bentuk benda kerja yang terbuat dari bahan logam baja lunak (*mild steel*) dan atau logam non besi seperti aluminium, dan masing-masing peserta didik diminta untuk mengidentifikasi alat apa saja yang digunakan untuk membuat benda kerja tersebut.

Tes Formatif

1. Sebutkan macam-macam alat ukur dan fungsi kegunaannya!
2. Sebutkan macam-macam jangka dan fungsi kegunaannya!
3. Sebutkan macam-macam alat penanda dan fungsi kegunaannya!



Lembar Kerja Peserta didik

Jawab :





KEGIATAN 2

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

⇒ Mempergunakan alat pemotong benda kerja dengan benar

⇒ Mempergunakan alat pelubang benda kerja dengan benar

⇒ Mempergunakan alat pemukul bendak erja dengan benar

⇒ Mempergunakan mesin bor benda kerja dengan benar

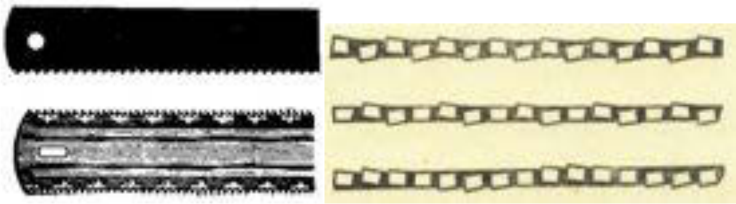
2.1.5 Alat Pemotong

2.1.5.1 Gergaji tangan

Gergaji tangan adalah perkakas tangan yang terdiri dari sengkang dan daun gergaji.Sengkang gergaji ada yang tetap dan ada yang dapat diatur panjang pendeknya menyesuaikan panjang daun gergaji yang digunakan.Sengkang gergaji berfungsi sebagai pemegang sekaligus penegang daun gergaji saat digunakan.Daun gergaji berupa baja tipis bergigi tajam pada salah satu atau kedua sisinya yang digunakan untuk memotong/mengikisbenda kerja.Daun gergaji adalah sangat keras karena terbuat dari baja perkakas yang pada umumnya dari baja kecepatan tinggi (*Hight Speed Steel/HSS*).



Gambar 1.18 Gergaji Tangan



Gambar 1.19 Daun Gergaji

Daun gergaji khususnya gergaji untuk logam memiliki gigi-gigi yang lebih lembut dari pada gergaji untuk kayu.Gigi-gigi daun gergaji untuk logam selalu condong kesatu arah dan diberi penyimpangan ke kanan maupun kekiri untuk menghasilkan lebar hasil potongan melebihi tebal daun gergaji untuk menghindari terjepitnya daun gergaji pada celah hasil pemotongan.Ada tiga model penyimpangan gigi gergaji dan setiap model penyimpangan memiliki fungsinya masing-masing (lihat tabel 1.2).

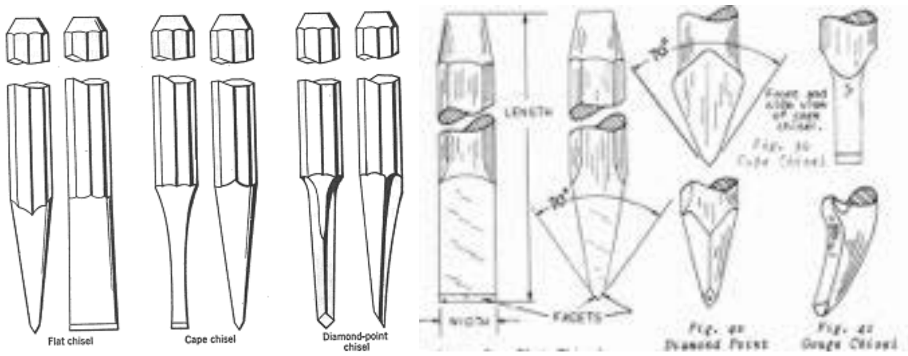
Tabel 1.2 Penyimpangan Gigi Gergaji

No.	Ilustrasi	Nama	Fungsi
1.	Setelan penggaruk	*Raker set*	Umum
2.	Setelan lurus	*Straight set*	Nonferro/paduan
3.	Setelan gelombang	*Wavy set*	Baja profil

2.1.5.2 Pahat

Pahat adalah alat pemotong yang terbuat dari baja perkakas non paduan atau baja paduan baik paduan rendah maupun paduan tinggi.Ada beberapa macam pahat menurut fungsinya yaitu pahat datar, pahat alur, pahat dam, pahat diamon, dan pahat setengah bulat atau pahat kuku.





Gambar 1.21 Macam-macam pahat

Pahat datar (*flat chisel*) dapat digunakan untuk memotong pelat, baut, dan paku keling, untuk meratakan permukaan yang cembung, pembuatan lubang memanjang pasca pengeboran, dan untuk membuang bagian-bagian yang tajam dari benda kerja.



Gambar 1.22 Pahat Datar

Pahat alur (*cape chisel*) berfungsi untuk membuat alur, misalnya alur-alur sempit dan alur minyak.



Gambar 1.23 Pahat Alur

Pahat dam (*sloting chisel*), untuk memotong/melubang bahan yang tebal atau membuat celah atau sponeng, umumnya diawali dengan pengeboran secara berderet. Berbeda dengan pahat yang lain, pahat dam ujungnya tidak diruncingkan, melainkan berpenampang persegi dengan sisi-sisinya yang tajam.



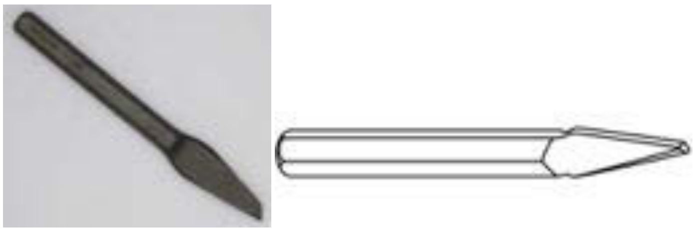
Gambar 1.24 Pahat Dam

Pahat Diamond, digunakan untuk membersihkan sudut-sudut dalam, membuat alur V, dan meralat permulaan pengeboran yang salah.



Gambar 1.25 Pahat Diamond

Pahat Kuku, digunakan untuk membuat alur cekung dan juga untuk meralat permulaan pengeboran yang salah



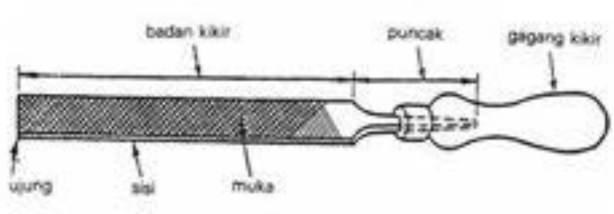
Gambar 1.26 Pahat Kuku



2.1.6 Alat Penyerut

2.1.6.1 Kikir

Kikir adalah salah satu alat yang digunakan untuk menyerut atau mengikis permukaan benda kerja.Sebagai perkakas tangan, kikir terbuat dari baja perkakas berkarbon tinggi berbentuk bilah dengan permukaan bergurat/ bergigi sejajar yang diperkeras dan tajam.Bagian-bagian utama dari kikir adalah terdiri dari bilah/badan kikir dan puncak/tangkai kikir, dan supaya dapat dan aman digunakan harus dilengkapi dengan gagang kikir yang terbuat dari kayu atau plastik.



Gambar 1.27 Bagian-bagian kikir

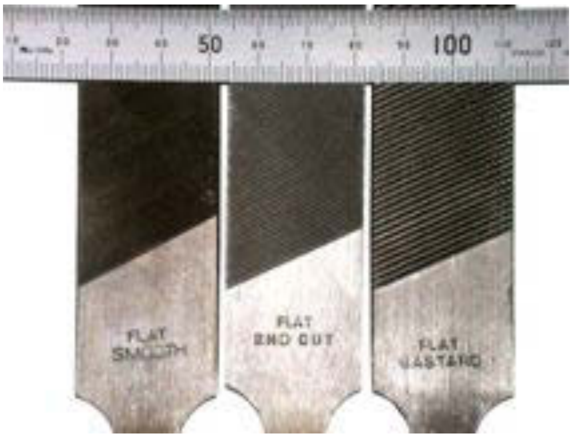
Kikir tesedia dalam berbagai macam ukuran, bentuk, guratan, dan konfigurasi gigi.Ditinjau dari bentuk penampangnya, kikir yang umum digunakan (dalam kerja bangku) adalah kikir datar (*flat*), kikir setengah bulat, kikir bujur sangkar, kikir segitiga, dan kikir bulat.



Gambar 1.28 Macam-macam kikir

Kikir datar untuk pengikiran rata.Kikir setengah bulatdipergunakan untuk pekerjaan yang bersifat umum dan mengikir lengkungan bagian dalam.Kikir bujur sangkar dipergunakan untuk membuat alur, celah siku-siku, dan membentuk lubang segiempat.Kikir segitiga untuk mengikir lubang dan bagian yang bersudut lebih kecil dari 90°.Kikir bulat digunakan untuk membuat cekungan dan memperluas lubang.

Guratan pada kikir menunjukkan seberapa baik gigi kikir, yang dapat diklasifikasikan menurut kekasarannya yaitu dari eksta kasar sampai sangat halus sebagai berikut: ekstra kasar, kasar (*bastard*), sedang, setengah halus (*second cut*), halus, dan sangat halus. Kikir guratan tunggal (*single-cut*) memiliki satu set gigi paralel, sedangkan kikir guratan silang (*cross-cut*) atau guratan ganda (*double-cut*) memiliki dua guratan yang membetuk 'gigi-berlian'. Guratan tunggal dipergunakan untuk mengikir logam lunak.Guratan ganda dipergunakan untuk pekerjaan yang bersifat umum. Satu set guratan membuat sudut 45°, dan yang lain 70°, terhadap sumbu memanjang kikir.



Gambar 1.29 Tingkat kekasaran kikir

Tabel 1.3 Pengelompokan kikir berdasarkan kekasaran gigi

No.	Jenis	Kode	Banyak gigi tiap panjang 1 Cm	Penggunaan
1.	Kasar	00 0 1	12 15 20	Pekerjaan kasar dan tidak presisi
2.	Medium	2 3 4	25 31 38	Pekerjaan sedang
3.	Halus	5 6 8	46 56 84	Pekerjaan finishing dan presisi

2.1.7 Alat Pelubang

2.1.7.1 Drip (Pin Punch)

Bentuk drip sangat mirip dengan pahat dan seringkali termasuk dalam kemasan set pahat, tetapi ada perbedaan yang mendasar yaitu pada bentuk ujung/matanya. Bentuk ujung drip adalah berupa batang silindris, oleh karena itu dapat juga disebut sebagai pahat bulat. Ujung/mata drip tersedia dalam berbagai ukuran. Drip dapat digunakan untuk membuat lubang pada pelat-pelat tipis, dan dapat juga digunakan untuk mengeluarkan batang keling dari lubangnya setelah dihilangkan kepalanya.



Gambar 1.30 Drip

2.1.7.2 Bor

Bor atau gurdi digunakan untuk membuat lubang atau mengebor bermacam-macam bahan teknik yaitu bahan logam seperti plat besi, aluminium, kuningan dan bahan non logam seperti plastik, acrylic, dsb.

Mata bor tersedia dalam berbagai macam dan dapat dibedakan dari bahannya, hanya saja yang umum dipasaran adalah HSS (*High Speed Steel*) atau HSS-Co (HSS-Cobalt) walaupun ada yang type khusus untuk material tertentu.

HSS-Co lebih keras daripada HSS biasa, sehingga dalam penggunaan lebih awet dan tentunya dari segi harga lebih mahal dari HSS biasa.

Mata bor besi standar berbentuk silinder rata (*straight shank*) bergalur helik (spiral) disepanjang badan bor yang biasa digunakan pada unit bor tangan, bor duduk/pilar atau mesin-mesin pemrosesan logam lainnya, bentuk yang khusus hanya berbeda pada bagian pangkal/tangkai, yaitu tirus seperti kerucut (*taper shank*) yang digunakan sesuai dengan unit mesin bor atau mesin pemrosesan logam lainnya.Karena bergalur helik disepanjang badannya maka mata bor ini sering disebut bor spiral.

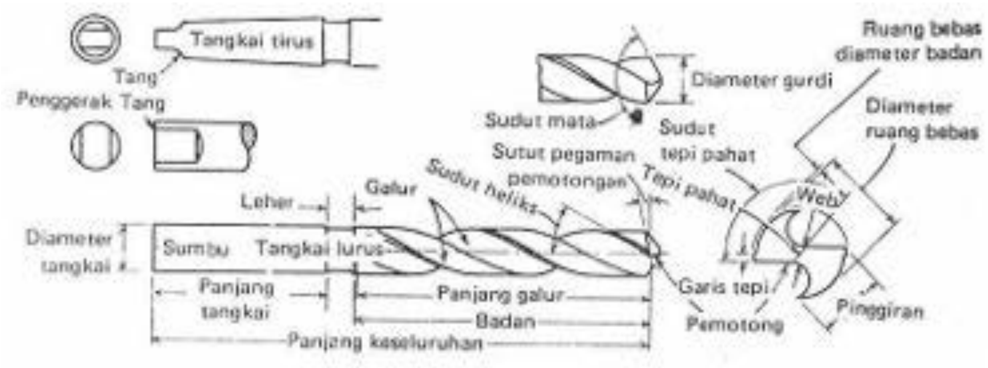


Gambar 1.31 Mata Bor Spiral

Mata bor spiral terdiri dari dua bagian utama yaitu tangkai dan badan bor, ada yang diberi leher diantara tangkai dan badan, terutama mata bor bertangkai tirus. Panjang bor dihitung mulai dari pangkal tangkai sampai ujung badan bor (mata bor).Ukuran bor berdasarkan diameter pada bibir potongnya, tersedia dalam satuan metrik atau satuan imperial.Ukuran bor dicantumkan pada tangkai bor. Berdasarkan penggunaannya terhadap jenis



bahan yang dikerjakan, mata bor dapat dibedadakan melalui besarnya sudut mata bor, sudut helik, dan sudut bebas.



Gambar 1.32 Bagian-bagian mata bor

Tabel 1.4 Geometri mata bor (*twist drill*) yang disarankan

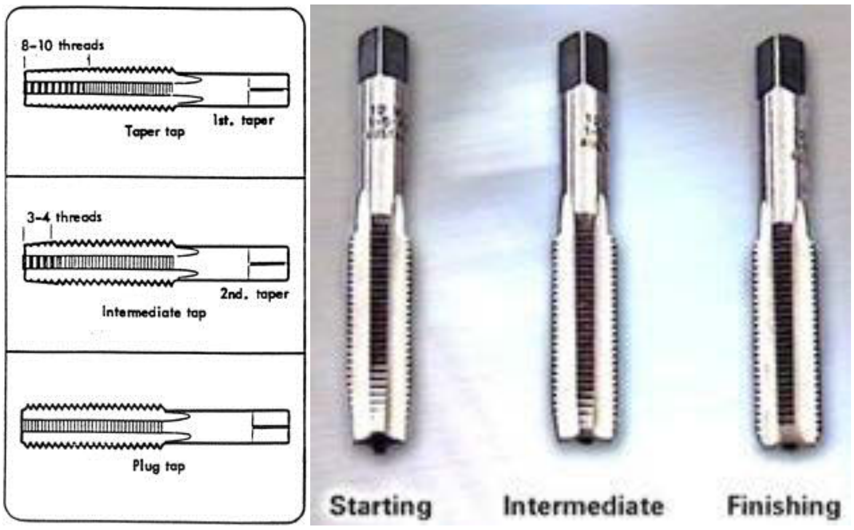
Benda Kerja	**Sudut ujung/mata,** $2\chi_r$	**Sudut helik**	**Sudut bebas/pengaman,** α
Baja karbon kekuatan tarik< 900 N/mm^2	118°	20° -30°	19° -25°
Baja karbon kekuatan tarik > 900 N/mm^2	125° -145°	20° -30°	7° -15°
Baja keras (*manganese*) kondisi austenik	135°-150°	10° -25°	7° -15°
Besi tuang (lunak-keras)	90°-135°	18° -25°	7° -12°
Kuningan	118°	12°	10° -15°
Tembaga	100°- 118°	20° -30°	10° -15°
Alluminium dan paduan	90° -130°	17° -45°	12° -18°

2.1.8 Alat Pengulir

Alat pengulir adalah berfungsi untuk membuat ulir, baik ulir dalam maupun ulir luar. Alat untuk pembuatan ulir dalam disebut tap dan untuk pembuatan ulir luar disebut snei (*die*). Baik tap maupun snei dibuat dari bahan baja perkakas jenis baja kecepatan tinggi (HSS).

2.1.8.1 Tap

Tap adalah alat yang digunakan untuk mebuat ulir dalam. Untuk pembuatan setiap tingkat ukuran ulir diperlukan satu set tap yang terdiri dari tiga buah tap yang masing-masing harus digunakan secara berurutan sesuai dengan tingkat volume pemotongannya. Untuk mengetahui mana tap pertama, kedua, dan ketiga dapat dilihat dari tingkat kekonisan pada ujungnya. Tap I konis sepanjang 8-10 uliran atau sudut ketirusan ± 4°, Tap II konis sepanjang 3-4 uliran atau sudut ketirusan ± 10°, dan Tap III konis sepanjang ~1,5 uliran atau sudut ketirusan ± 20°, beberapa produk ada yang memberi tanda pada tangkainya berupa 1 strip, 2 strip, dan 3 atau tanpa strip untuk Tap I, II, dan III. Ditinjau dari tingkat volume hasil pemotongannya, Tap I memotong ± 55%, Tap II memotong ± 25%, dan Tap III memotong ± 20%.Ukuran diameter Tap diukur dari puncak ke puncak ulirnya, ada yang dalam Metrik (mm) dan ada yang dalam Whitworth (inchi) dan dicantumkan pada tangkainya.



Gambar 1.33 Tap I, II, dan III

2.1.8.2 Snei (die)

Snei adalah alat untuk membuat ulir luar pada batang silindris.Snei berbentuk cakram dengan lubang berulir ditengah (pusat). Awal ulir pada kedua sisinya dichamper sehingga membentuk tirus, untuk memusatkan alat pemotong ulir tersebut pada benda kerja dan mempermudah awal proses pemotongan.Lubang-lubang seragam, sejajar sumbu ulir, dan berhenti di bagian ulir menimbulkan sisi-sisi potong, alur alur-alur pemotong beram, dan ruang pembuangan beram.Snei ada yang dibelah pada salah satu sisi lingkarnya untuk memungkinkan pengaturan secara terbatas.



Gambar 1.34 Snei



2.1.9 Alat Pemukul

Dalam dunia teknik, alat pemukul yang lazim digunakan adalah disebut palu atau martil, yaitu peralatan yang dipergunakan untuk memukul benda kerja maupun peralatan lainnya yang dalam fungsi kerjanya memerlukan pukulan, contohnya dalam memahat, dan memaku.Palu terdiri dari dua bagian yaitu kepala dan tangkai dan tersedia dalam banyak macam menurut bahan, bentuk, ukuran, dan bobotnya.Tetapi disini diuraikan hanya palu yang umum digunakan dalam kerja bangku.

2.1.9.1 Palu Pen



Gambar 1.35 Palu pen

Palu pen terbuat dari baja perkakas. Bentuk palu pen pada kedua sisi mukanya tidak sama, yaitu satu sisi rata dan sisi yang lain tirus pipih melintang terhadap sumbu tangkainya. Muka yang rata berfungsi untuk memukul pahat ketika memahat, paku ketika memaku, pasak, dan pelurusan.Sedangkan bagian yang pipih dapat digunakan misalnya untuk meregang pita baja.

2.1.9.2 Palu Konde



Gambar 1.36 Palu Konde

Palu konde terbuat dari baja perkakas. Bentuk palu konde pada kedua sisi mukanya adalah tidak sama. Satu sisi permukaannya rata dan sisi yang lain berbentuk bulat. Dalam penggunaannya di kerja bangku, sisi muka yang rata digunakan untuk memampatkan batang paku keling yang selanjutnya untuk membentuk kepala kelingnya dipukul menggunakan sisi muka yang bulat.



2.1.9.3 Palu Plastik

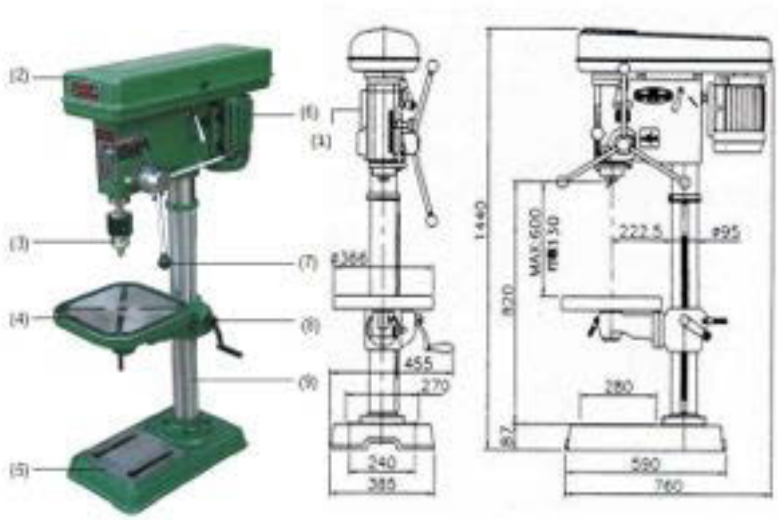


Gambar 1.37 Palu Plastik

Palu plastik (*Nylon Hammer*) pada bagian tengahnya terbuat dari logam dan pada kedua ujungnya terbuat dari palstik. Bagian dari plastik terikat kuat pada bagian logam yang bergalur.Pada kerja bangku palu plastik sering digunakan untuk membetulkan posisi benda kerja pada ragum bangku maupun pada ragum mesin bor.

2.1.10 Mesin Bor

Mesin bor yang digunakan dalam kerja bangku adalah mesin bor duduk atau mesin bor pilar (lihat gambar 1.38). Penggerak utamanya adalah motor listrik yang memutar puli penggerak. Putaran puli penggerak diteruskan menggunakan sabuk (*belt*) ke puli yang memutar spindel untuk proses pengeboran.



Gambar 1.38 Mesin Bor

Keterangan Gambar:

1. Saklar On/Off
2. Tutup pelindung Puli (*Pulley*) dan Sabuk (*Belt*)
3. Cekam (*Chuck*)
4. Meja (dapat disetel)
5. Plat dasar/meja tetap
6. Motor penggerak
7. Tuas penekan bor
8. Tuas penyetel meja (engkol)
9. Tiang/kolom



Rangkuman

Alat pemotong terdiri dari: Gergaji tangan terdiri dari sengkang dan daun gergaji, berfungsi untuk memotong benda kerja .Pahat menurut fungsinya ada beberapa yaitu pahat datar, pahat alur, pahat dam, pahat diamon, dan pahat setengah bulat atau pahat kuku.

Kikir adalah salah satu alat yang digunakan untuk menyerut atau mengikis permukaan benda kerja, tesedia dalam berbagai macam ukuran, bentuk, guratan, dan konfigurasi gigi.Ditinjau dari bentuk penampangnya, kikir yang umum digunakan (dalam kerja bangku) adalah kikir datar (*flat*), kikir setengah bulat, kikir bujur sangkar, kikir segitiga, dan kikir bulat.

Alat pelubang.Drip, digunakan untuk membuat lubang pada pelat-pelat tipis, dan dapat juga digunakan untuk mengeluarkan batang keling dari lubangnya setelah dihilangkan kepalanya.Mata bor besi standar berbentuk silinder rata (*straight shank*) bergalur helik (spiral) disepanjang badan bor yang biasa digunakan pada unit bor tangan, bor duduk/pilar, untuk membuat lubang atau mengebor bermacam-macam bahan teknik.Alat pengulir adalah berfungsi untuk membuat ulir, baik ulir dalam maupun ulir luar. Alat untuk pembuatan ulir dalam disebut tap dan untuk pembuatan ulir luar disebut snei (*die*).

Alat pemukul (palu atau martil), yaitu peralatan yang dipergunakan untuk memukul benda kerja maupun peralatan lainnya yang dalam fungsi kerjanya memerlukan pukulan, terdiri dari beberapa macam antara lain palu pen, palu konde, dan palu plastik.



Tugas

Pengamatan

Masing-masing peserta didik diminta untuk mengamati beberapa macam bentuk benda kerja yang terbuat dari bahan logam baja lunak (*mild steel*) dan atau logam non besi seperti aluminium, dan masing-masing peserta didik diminta untuk mengidentifikasi alat apa saja yang digunakan untuk membuat benda kerja tersebut.

Sebagai contoh benda kerja hasil dari praktik kerja bangku seperti berikut (lihat gambar).



Selanjutnya peserta didik diminta untuk melakukan pengamatan di bengkel dan atau di laboratorium dan menemukan sebanyak-banyaknya dari peralatan yang lazim digunakan dalam proses kerja bangku. Hasil pengamatan dicatat spesifikasinya meliputi: nama, bentuk dan ukurannya (didokumentasikan dalam bentuk gambar), terbuat dari bahan apa, bagaimana sifat-sifatnya, fungsi dan cara penggunaannya, dsb.

Contoh Lembar pengamatan:

Nama Alat	: ....
Gambar	: ....
	....
Dimensi /Ukuran	: ....
Bahan	: ....



Diskusi

Dalam kegiatan ini peserta didik dibagi dalam kelompok-kelompok kecil (misal 6 orang/kelompok), mendiskusikan hasil pengamatan masing-masing untuk membuat kesimpulan sementara mengenai spesifikasi setiap macam alat kerja bangku, apa fungsinya, dan bagaimana cara kerja atau cara menggunakannya serta bagaimana cara perawatannya.

Selanjutnya pilih satu orang dari kelompok kecil sebagai juru bicara dalam diskusi kelas untuk menghasilkan kesimpulan akhir mengenai spesifikasi setiap macam alat kerja bangku, apa fungsinya, dan bagaimana cara kerja atau cara menggunakannya serta bagaimana cara perawatannya. Dalam diskusi ini peserta didik boleh menggunakan referensi-referensi baik yang bersumber dari buku-buku maupun dari internet untuk memperoleh jaminan bahwa peristilahan maupun penamaan alat hasil diskusi dapat berlaku secara nasional maupun internasional.

Tes Formatif

1. Sebutkan macam-macam alat pemotong dan fungsi kegunaannya!

2. Sebutkan macam-macam alat penyerut dan fungsi kegunaannya!

3. Sebutkan macam-macam alat pelubang dan fungsi kegunaannya!

4. Sebutkan macam-macam alat ukur dan fungsi kegunaannya!

5. Sebutkan macam-macam alat pengulir dan fungsi kegunaannya!

6. Sebutkan macam-macam alat pemukul dan fungsi kegunaannya!



Lembar Kerja Peserta didik

Jawab :

KEGIATAN 3

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan belajar teknik mengikir, peserta didik dapat:

⇒ Mengidentifikasi perlengkapan peralatan teknik mengikir.

⇒ Mempergunakan peralatan teknik mengikir dengan benar

⇒ Merawat peralatan teknik mengikir dengan benar

⇒ Mengontrol ukuran dari benda kerja.

⇒ Menandai benda kerja sesuai dengan ukuran.

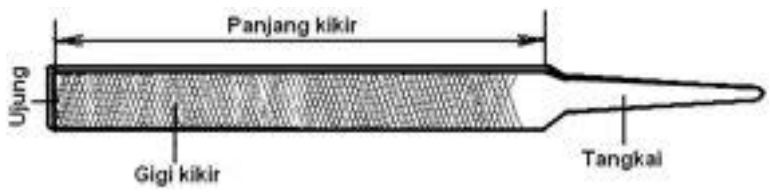
⇒ Mengikir pelat pada semua bagian dengan ketelitian 0,1 mm.

⇒ Memingul pelat dengan sudut 45^0.

⇒ Memeriksa hasil kerja.

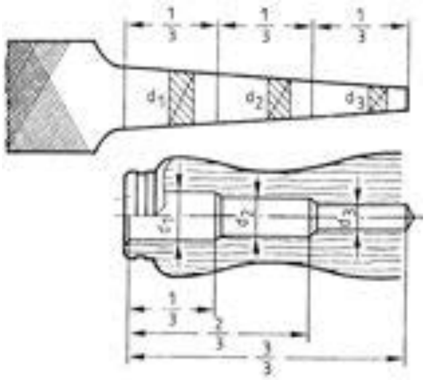
2.1.11 Teknik Mengikir

Peralatan utama dalam kegiatan mengikir adalah kikir.Dimuka telah dijelaskan bahwa kikir terbuat dari baja perkakas berkarbon tinggi.Bentuk kikir dapat dilihat seperti gambar berikut.



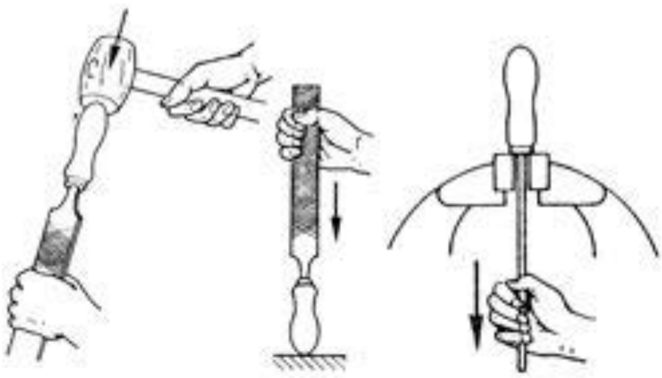
Gambar 2.1 Kikir

Untuk memasang dan melepas gagang atau pegangan kikir harus dengan cara yang benar dan aman. Pertama-tama ukur panjang dan penampang tangkai kikir yang akan diberi gagang. Kemudian siapkan gagang kikir dengan memberi lubang awal dengan ukuran yang sesuai dengan ukuran tangkai kikir. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 2.2 Membuat lubang pada gagang kikir

Masukkan tangkai kikir pada lubang tersebut dan beri pukulan ringan, dan terakhir pukulkan gagang kikir pada landasan yang keras.Memasang gagang kikir harus kuat dan lurus terhadap tangkai/puting kikir. Untuk melepas gagang kikir gunakan ragum dengan cara membuka ragum secukupnya asal bilah kikir dapat masuk.

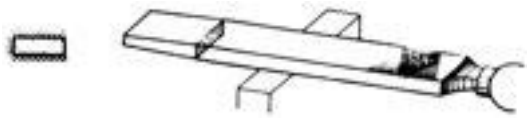


Gambar 2.3 Memasang dan melepas Gagang Kikir



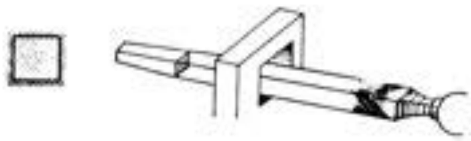
Menggunakan kikir haruslah sesuai dengan bentuknya seperti yang dicontohkan dalam gambar berikut ini.

Kikir Datar :



Gambar 2.4 Fungsi kikir datar

Kikir Bujur sangkar:



Gambar 2.5 Fungsi kikir bujur sangkar

Kikir Segitiga :



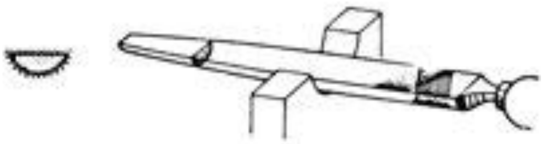
Gambar 2.6 Fungsi kikir segitiga

Kikir Bulat :



Gambar 2.7 Fungsi kikir bulat

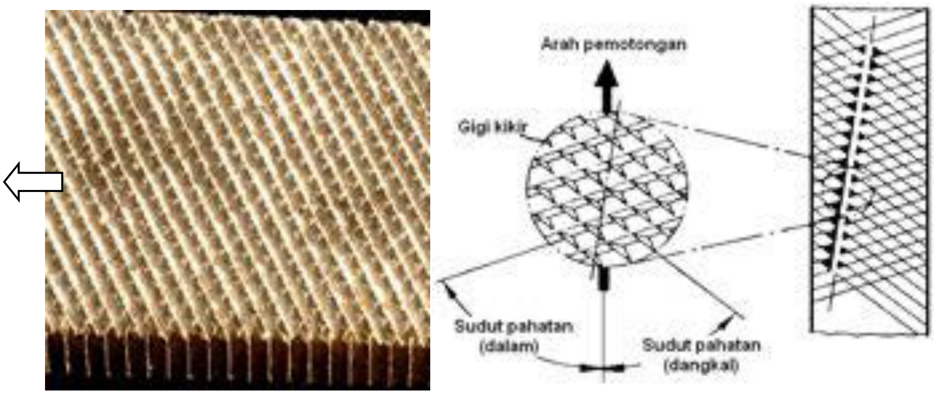
Kikir Setengah bulat:



Gambar 2.8 Fungsi kikir setengah bulat

2.1.11.1 Gigi Kikir:

Gigi kikir dibentuk melalui pemahatan pada bilah kikir.Untuk pengikiran kelompok logam ferro umumnya menggunakan kikir dengan pahatan/guratan ganda. Pahatan yang pertama adalah pahatan dalam, bersudut 70° terhadap garis tengah kikir dan yang kedua adalah pahatan dangkal, menyilang terhadap pahatan pertama dan bersudut 45° terhadap garis tengah kikir.

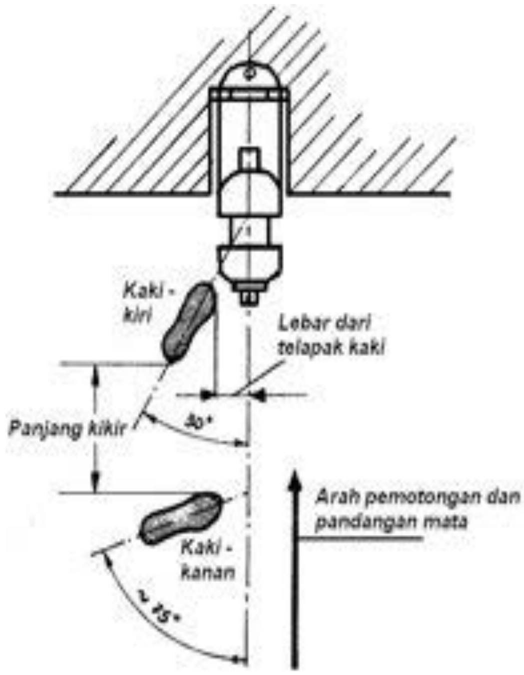


Gambar 2.9 Gigi kikir

2.1.11.2 Posisi kaki

Selama kegiatan mengikir peserta harus selalu berdiri disebelah kiri ragum dengan posisi kaki sedemikian rupa dan tetap pada tempatnya, jarak antara kaki kanan dan kiri menyesuaikan dengan panjang kikir yang sedang digunakan.

Jika dilihat dari atas, maka posisi telapak kaki kiri terhadap poros ragum sebesar ± 30° dan kaki kanan sebesar ± 75°. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 2.10 Posisi Kaki dalam mengikir

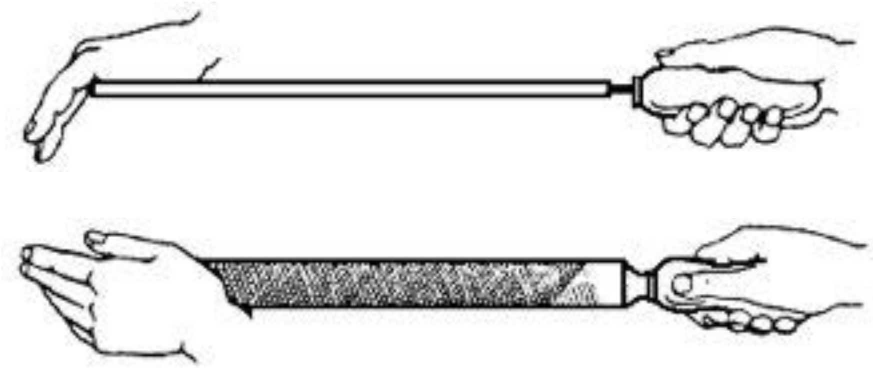
Setelah posisi kaki benar, bagaimana gerakan dalam mengikir. Gerakan mengikir yang benar adalah gerakan kedua tangan yang diikuti oleh ayunan badan supaya gerakan kedepan mendapatkan tekanan yang memadai. Gerakan harus maksimal sepanjang kikir dan jumlah gerakan kedepan (pemotongan) kurang lebih 40 – 50 gerakan per menit.



Gambar 2.11 Gerakan Mengikir

2.1.11.3 Pemegangan Kikir

Secara normal tangan kanan memegang gagang kikir dengan mantap dan memberikan tekanan pada ujung gagang kikir dengan bagian tengah telapak tangan.Ibu jari terletak di atas dan jari-jari lainnya di bawah gagang. Sedangkan tangan kiri diletakkan pada ujung kikir dengan cara meletakkan telapak tangan dan ibu jari diatas ujung kikir, sedangkan jari-jari yang lain merapat dilipat kebawah tanpa memegang ujung kikir.



Gambar 2.12 Pemegangan kikir



2.1.11.4 Arah pengikiran

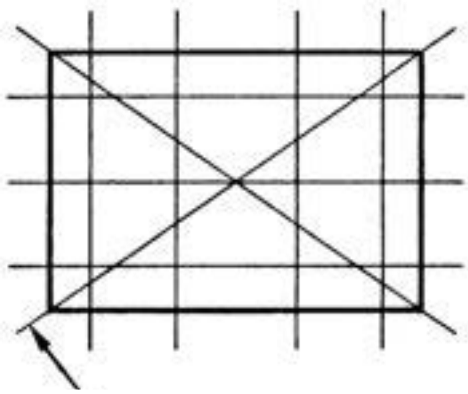
Pengikiran dapat dilakukan dalam berbagai arah, yaitu pengikiran menyilang, memanjang, dan melintang.Pengikiran menyilang yaitu dilakukan dalam dua arah pengikiran, arah pertama posisi kikir 45° terhadap benda kerja dan arah kedua posisi kikir 90° terhadap arah kikir yang pertama.Pengikiran memanjang jika arah pengikiran sejajar dengan panjang benda kerja.Pengikiran melintang jika arah pengikiran melintang terhadap panjang benda kerja.



Gambar 2.13 Arah Pengikiran

2.1.11.5 Pemeriksaan Kerataan, Kesikuan, dan Kesejajaran

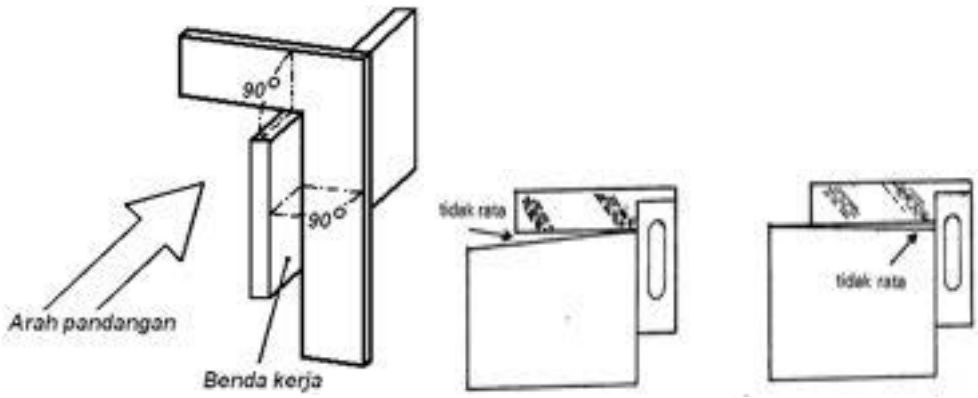
Memeriksa kerataan permukaan benda kerja dapat menggunakan mistar baja atau mal kerataan (*straight gauge*) dengan cara merapatkan sisi mistar/mal pada permukaan benda kerja dari berbagai arah (digonal, membujur, dan melintang). Indikator kerataan yaitu jika diantara mistar/mal dan permukaan benda kerja tidak ada celah cahaya yang tampak.



Gambar 2.14 Pemeriksaan Kerataan

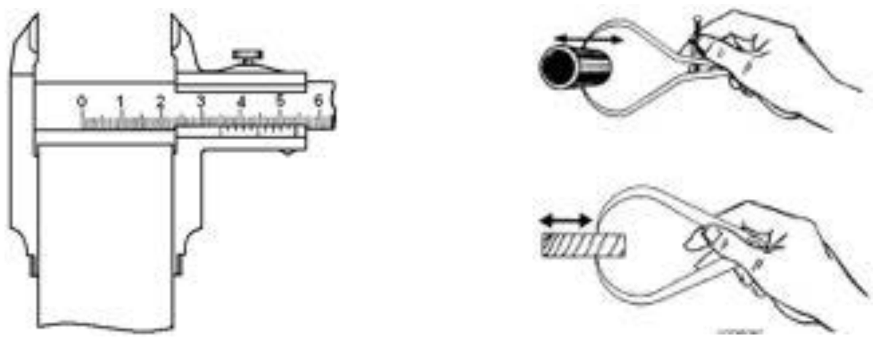


Memeriksa kesikuan antara dua bidang permukaan benda kerja yang saling berpotongan 90° dapat menggunakan siku-siku yaitu dengan cara merapatkan siku-siku pada dua bidang permukaan yang diperiksa. Indikator kisikuan jika sepanjang sisi siku-siku rapat pada permukaan benda kerja dan tanpa celah cahaya.



Gambar 2.15 Pemeriksaan Kesikuan

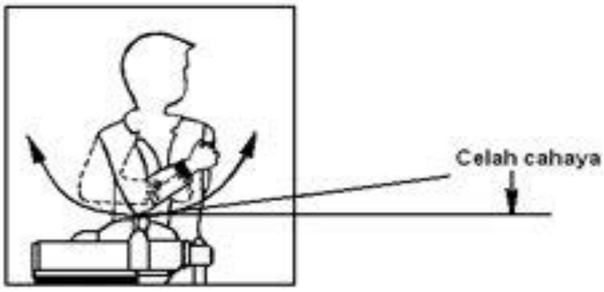
Memeriksa kesejajaran dua permukaan bidang benda kerja yang saling berseberangan dapat menggunakan jangka sorong atau jangka bengkok, yaitu dengan cara merapatkan kedua rahang jangka sorong pada permukaan yang diperiksa. Indikator kesejajarannya jika kedua rahang jangka sorong rapat pada permukaan benda kerja tanpa celah cahaya.



Gambar 2.16 Pemeriksaan Kesejajaran

2.1.11.6 Tinggi Bangku Kerja

Tinggi bangku kerja (ragum) yang tidak sesuai (ketinggian atau kerendahan) akan mempengaruhi ketahanan kerja maupun mutu hasil kerja. Oleh karena itu perlu dipilih yang sesuai dengan tinggi badan penggunanya.Syarat ketinggian ragum yaitu jika kita mengayunkan siku tangan kita maka tidak sampai menyentuh bagian atas dari ragum.Jika ragum terlalu tinggi maka perlu disiapkan balok pijakan yang sesuai.



Gambar 2.17 Mengukur Tinggi Ragum



Rangkuman

1. Peralatan utama dalam kegiatan mengikir adalah kikir.Untuk memasang dan melepas gagang atau pegangan pada tangkai kikir harus dengan cara yang benar dan aman.
2. Menggunakan kikir harus sesuai dengan bentuknya. Bentuk kikir bermacam-macam yaitu kikir datar, bujur sangkar, segitiga, bulat, dan setengah bulat.
3. Gigi kikir dibentuk melalui pemahatan, pahatan yang dalam bersudut 70° terhadap garis tengah kikir dan pahatan dangkal menyilang terhadap pahatan pertama dan bersudut 45° terhadap garis tengah kikir.
4. Selama mengikir harus selalu berdiri, posisi kaki kiri dan kanan diatur sedemikian rupa menyesuaikan dengan panjang kikir yang digunakan.
5. Gerakan mengikir adalah gerakan kedua tangan diikuti oleh ayunan badan supaya gerakan kedepan mendapatkan tekanan yang memadai.
6. Arah pengikiran dapat dilakukan dengan arah menyilang, memanjang, dan melintang.
7. Memeriksa kerataan permukaan benda kerja dapat dilaksanakan menggunakan mistar baja/mal kerataan dari arah digonal, membujur, dan melintang.
8. Memeriksa kesikuan dua bidang dilaksanakan menggunakan siku-siku.
9. Memeriksa kesejajaran dua bidang dilaksanakan menggunakan jangka sorong atau dapat juga dengan jangka bengkok.



Tugas

Masing-masing peserta didik memilih salah satu alat utama maupun pendukung yang digunakan untuk kerja teknik mengikir.Mengamati alat tersebut dan hasil pengamatan dideskripsikan dalam laporan pengamatan.

Tes Formatif

1. Sebutkan macam-macam kikir dan fungsinya!
2. Gambarkan posisi kaki yang benar pada saat mengikir
3. Bagaimanakah persyaratan tinggi ragum yang sesuai dengan tinggi badanmu?
4. Bagaimana memeriksa kerataan permukaan benda kerja?
5. Bagaimanakah memeriksa kesikuan bendakarja?



Lembar Kerja Peserta Didik

Topik :

- Mengikir

Tujuan :

- Menurut tujuan pembelajaran kegiatan belajar 2: Teknik Mengikir

Waktu :

- 6 (enam) jam pelajaran

Alat-alat :

- ✓ Bermacam-macam kikir (kasar - halus).
- ✓ Sikat Kikir
- ✓ Peralatan menggaris.
- ✓ Siku-siku sudut ($90\ ^0$) dan sudut ($135\ ^0$).
- ✓ Jangka sorong.

Bahan :

- ✓ 1 (satu) Potong Pelat Baja Lunak St. 37 81 x 43 x 4 mm

Langkah Kerja :

1. Mengikir semua sisi benda kerja samapai rata, tepat ukuran, dan siku.
2. Membuat pingulan pada benda kerja dengan ukuran $2x45^0$.
3. Memeriksa hasil pengikiran.

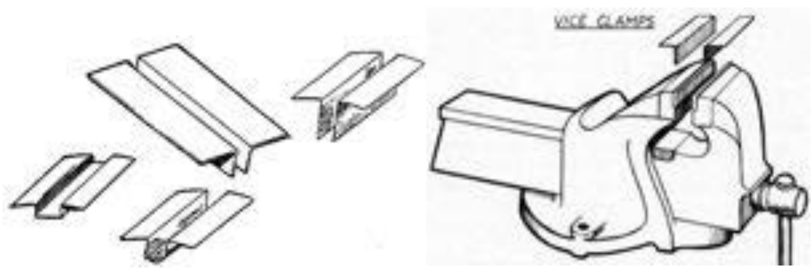


Instruksi Kerja :

- ✓ Peserta didik telah memahami tujuan pembelajaran
- ✓ Peserta didik telah memahami pengetahuan mengikir
- ✓ Peserta didik memperhatikan contoh kerja (demonstrasi) oleh pengampu
- ✓ Peserta didik melaksanakan kegiatan dengan sepenuh hati dan sesuai dengan gambar kerja serta instruksi yang diberikan oleh pengampu.

Keselamatan Kerja:

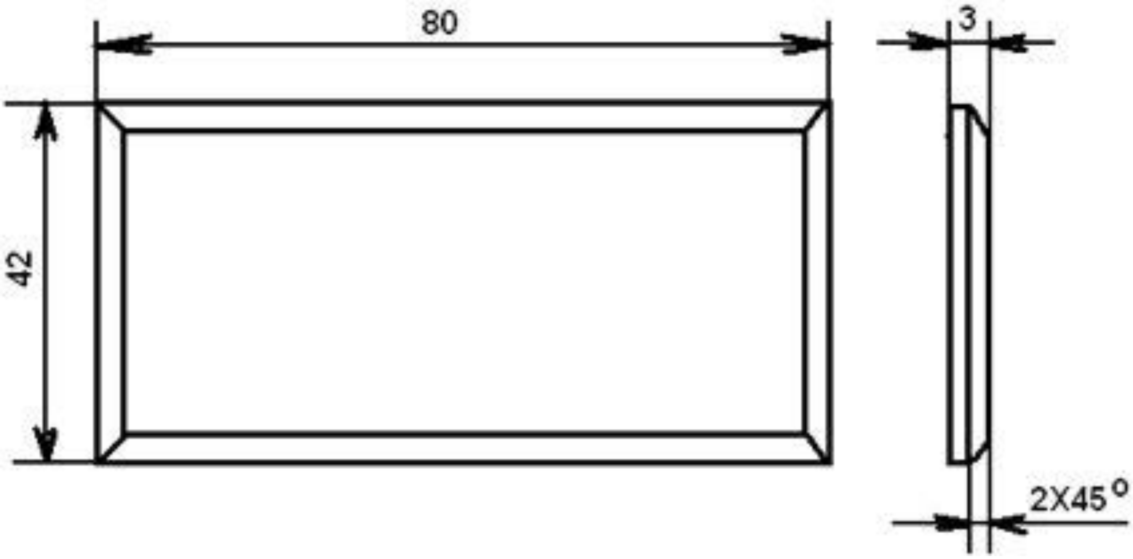
- ⇒ Pastikan bahwa gagang kikir masih dalam kondisi baik, tidak pecah, dan ikatannya kuat dan lurus terhadap kikir.
- ⇒ Lakukan pengencangan ragum hanya dengan tekanan tangan, jangan sekali-kali dengan pukulan palu.
- ⇒ Bila perlu gunakan pelat pelindung (pelat ragum) untuk menghindari kerusakan permukaan benda kerja dari jepitan ragum. Pelat pelindung dapat dibuat dari pelat baja lunak, aluminium, seng, atau menggunakan pelat ragum buatan pabrik.



Gambar 2.18 Pelat Ragum

- ⇒ Laporkan kepada pengampu setiap ada ketidaklayakan yang dapat menimbulkan bahaya

Gambar Kerja :





KEGIATAN 3

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan belajar teknik menandai, peserta didik dapat:

⇒ Mengidentifikasi peralatan penanda pada kerja bangku.

⇒ Menggunakan peralatan penanda pada kerja bangku dengan benar sesuai fungsinya dan aman

⇒ Menandai benda kerja sesuai dengan tugas (gambar kerja)

⇒ Merawat peralatan penanda dengan benar

⇒ Memeriksa hasil kegiatan penandaan.

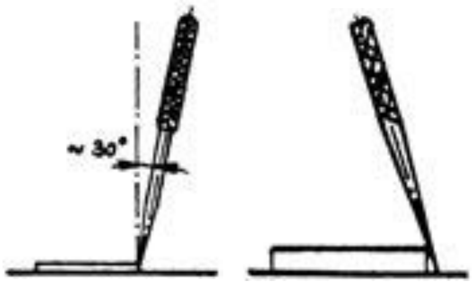
⇒ Membersihkan hasil kerja (benda kerja).

2.1.12 Teknik Menandai

2.1.12.1 Menggores

Menggores adalah kegiatan menandai permukaan benda kerja dengan menggunakan penggores.Hasil penandaan berupa garis lurus atau lengkung sebagai batas ukuran pengerjaan selanjutnya.Hasil penandaan juga berupa perpotongan dua garis atau lebih, dimana titik perpotongan garis digunakan sebagai titik batas atau titik pusat lingkaran atau lubang.

Pekerjaan menggores harus dilakukan dengan benar, terutama bagaimana mengarahkan penggores yang benar.Kesalahan mengarahkan penggores dapat berakibat pada ketidaklurusan hasil goresan dan ketidaktepatan ukuran yang diinginkan.



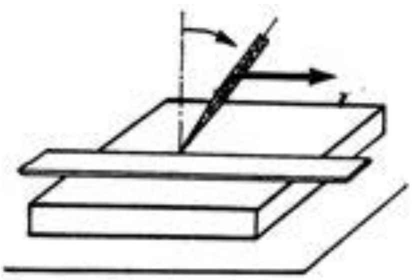
a b

Gambar 3.1 Arah Penggores

Keterangan gambar:

a. Arah penggores benar b. Arah penggores salah

Sebagai pengarah untuk menarik garis lurus, dapat menggunakan mistar baja atau siku-siku.Mistar atau siku-siku ditekan pada benda kerja dengan kuat (jangan sampai bergeser ketika menggores) dan penggores diposisikan sedemikian rupa (lihat gambar 3.1 a) kemudian ketika menarik garis, penggores dimiringkan kearah gerakan penggoresan dan dilakukan hanya sekali saja dengan mantap.

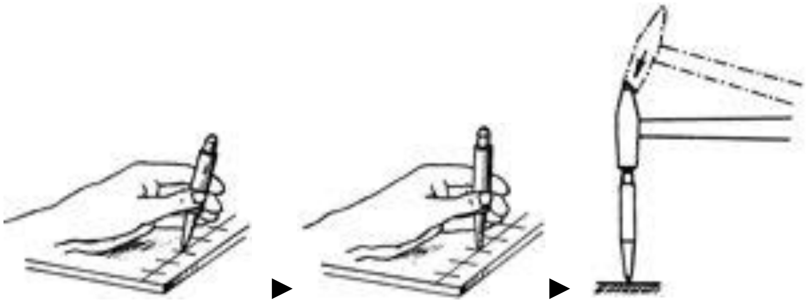


Gambar 3.2 Arah Menggores



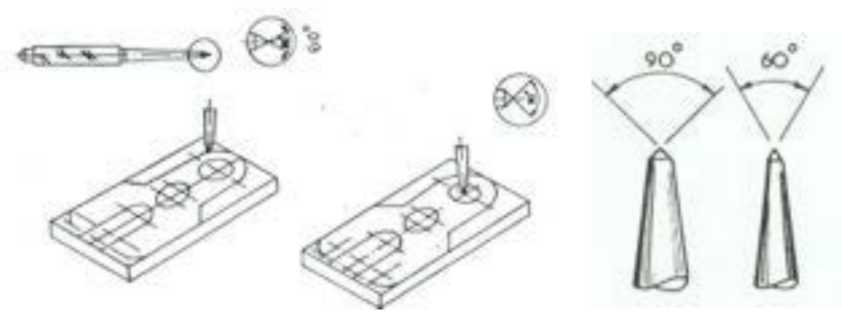
2.1.12.2 Menitik

Menitik adalah kegiatan memberi tanda pada permukaan benda kerja menggunakan penitik.Hasil kegiatan ini adalah berupa titik cekung berbentuk kerucut. Kegiatan menitik harus dilakukan dengan seksama, karena jika dilakukan serampangan akan menghasilkan titikan yang tidak sempurna dan akan mengakibatkan ketidaktepatan ukuran pada pekerjaan selanjutnya. Kegiatan menitik diawali dengan mengukur dan membuat perpotongan garis ditempat yang akan dititik. Kemudian memegang penitik miring sedemikian rupa dan menempatkan ujung penitik tepat pada perpotongan garis, kemudian menegakkan penitik dan memberi satu kali pukulan ringan.Setelah memeriksa ketepatannya maka hasil penitikan dapat diperbesar dengan menitik sekali lagi dengan pukulan yang lebih keras.



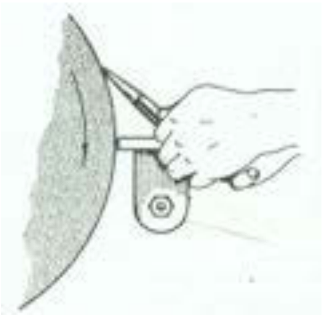
Gambar 3.3 Urutan Penitikan

Perlu diingat bahwa ujung penitik untuk titik pusat pembuatan lubang (bor) harus bersudut 90° dan ujung penitik untuk titik-titik batas/garis pengerjaan bersudut 60°.



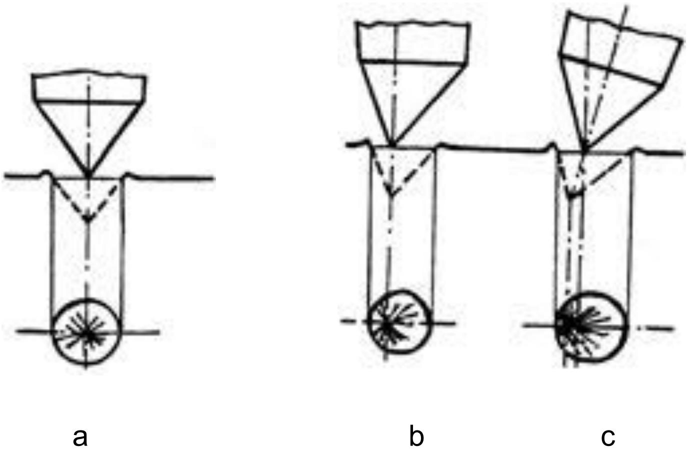
Gambar 3.4 Sudut Ujung Penitik

Membentuk ujung penitik dilakukan dengan cara menggerinda dan harus dilakukan dengan seksama dan penuh kehati-hatian dengan bersikap yang benar dan mengenakan alat pelindung diri yang sesuai. Untuk memperoleh hasil yang baik, selama menggerinda posisi ujung penitik harus mengarah berlawanan dengan arah putaran gerinda dan penitik sambil diputar dengan ibu jari secara teratur.Kemiringan penitik disesuaikan dengan sudut ujung yang diinginkan.Pemeriksaan hasil dapat menggunakan mal sudut.



Gambar 3.5 Cara menggerinda penitik

Hasil penggerindaan harus runcing dan benar-benar simetris, karena bentuk ujung penitik yang tidak simetris juga menghasilkan titik yang tidak simetris, seperti halnya jika pada saat menitik penitiknya tidak tegak lurus terhadap benda kerja, hasil titikannya juga tidak simetris (perhatikan gambar berikut).



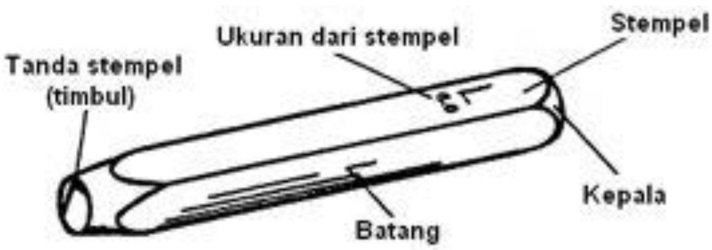
Gambar 3.6 Hasil penitikan

Keterangan gambar:

a. Hasil penitikan yang baik
b. Hasil penitikan dari ujung penitik yang tidak simetris
c. Hasil penitikan dari penitik yang tidak tegak lurus dengan benda kerja

2.1.12.3 Stempel

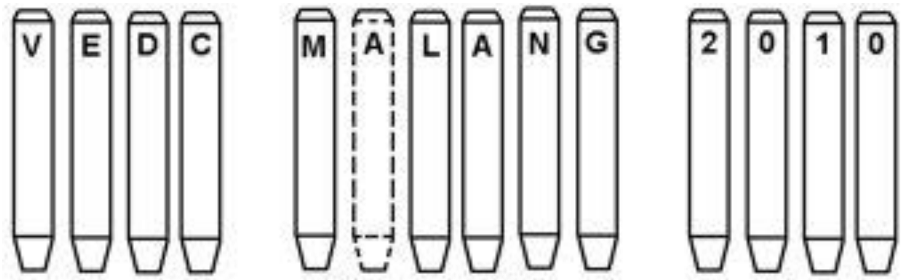
Stempel dibuat dari baja perkakas, yang diperlakukan panas seperti dikeraskan dan ditemper (60 – 62 HRc).Pada batang stempel dituliskan tanda identitas dan ukurannya (tinggi huruf, angka, atau tanda lainnya).Dalam penggunaannya, tanda identitas harus menghadap ke pemakai.



Gambar 3.7 Stempel

Stempel tidak boleh digunakan pada bidang yang telah dikeraskan atau bahan kasar (*raw*), jika digunakan untuk itu, maka stempel tersebut akancepat rusak.

Penandaan dengan batang stempel (cap) harus dilakukan dengan seksama dan teliti demi memperoleh hasil penyetempelan yang teratur dan rapi. Oleh karena itu sebelum melakukan penyetempelan maka batang stempel yang akan digunakan diatur lebih dulu sedemikian rupa sesuai dengan urutan atau bacaan tanda yang akan dibuat, untuk mempercepat pekerjaan dan menghindari kesalahan. Karena masing-masing tanda tersedia satu buah saja dan jika kebutuhannya lebih dari satu, maka diisi salah satu saja, sedangkan yang lainnya dikosongkan.



Gambar 3.8 Penataan stempel



Rangkuman

Terdapat tiga jenis teknik menanadai benda kerja yaitu :

1. Menggores, Hasil penandaan berupa garis lurus atau lengkung sebagai batas ukuran pengerjaan selanjutnya. Menggores dilakukan dengan menggunakan penggores, sedangkan mistar atu siku digunakan sebagai pengarah garis lurus.

2. Menitik, Hasil kegiatan ini adalah berupa titik cekung berbentuk kerucut.Membentuk ujung penitik dilakukan dengan cara menggerinda dan pemeriksaan hasil dari penitikan dapat diukur dengan menggunakan mal sudut.

3. Stempel, Stempel dibuat dari baja perkakas, yang diperlakukan panas seperti dikeraskan dan ditemper (60 – 62 HRc).Pada batang stempel dituliskan tanda identitas dan ukurannya



Tugas

Masing-masing peserta didik memilih salah satu alat utama maupun pendukung yang digunakan untuk kerja teknik menggores.Mengamati alat tersebut dan hasil pengamatan dideskripsikan dalam laporan pengamatan.

Tes Formatif

1. Apa yang dimaksud dengan menggores?

2. Apa tujuan dan fungsi melakukan goresan?

3. Bagaimana cara melakukan goresan dengan baik dan benar?

4. Apa yang dimaksud dengan menitik?

5. Apa tujuan melakukan penitikan?



Lembar Kerja Peserta Didik

Topik:

- Menandai (menyetempel)

Tujuan:

- Menurut tujuan pembelajaran kegiatan belajar 3: Menandai

Waktu:

- 4 (empat) jam pelajaran

Alat-alat:

- ✓ Palu.
- ✓ Penggores.
- ✓ Penitik.
- ✓ Mistar baja.
- ✓ Stempel.
- ✓ Kertas ampelas.

Bahan:

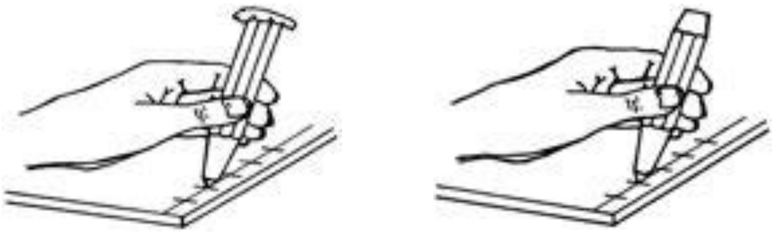
Pelat Baja Lunak St. 37 (hasil kegiatan belajar 2)

Langkah Kerja:

1. Menggores.
2. Menitik dan mengebor.
3. Menyetempel.
4. Menandai.
5. Memeriksa hasil kerja.

Keselamatan Kerja:

Penitik yang kepalanya sudah mengembang lebih baik tidak digunakan sebelum diperbaiki.Kepala penitik yang sudah mengembang dapat menyimpangkan arah pukulan palu, sehingga hasilnya dapat berubah dari yang sudaah direncanakan.



a b

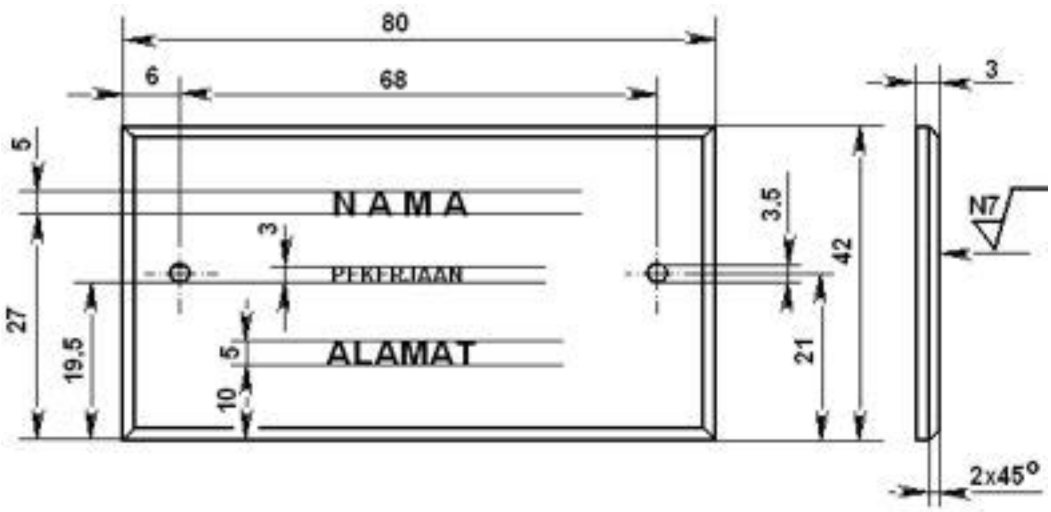
Gambar 3. 9 Kepala penitik

Keterangan:

a. Salah

b. benar

Gambar Kerja





KEGIATAN 4

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan belajar teknik menggergaji, peserta didik dapat:

⇒ Mengidentifikasi peralatan menggergaji dalam kerja bangku.

⇒ Mempergunakan peralatan menggergaji dengan benar sesuai dengan fungsinya

⇒ Memasang daun gergaji di dalam sengkang gergaji dengan benar.

⇒ Menggergaji pelat baja lunak, pada posisi benda kerja tegak dan datar dengan ketelitian ± 1 mm.

⇒ Merawat peralatan menggergaji dengan benar

⇒ Mengontrol ukuran dari benda kerja.

2.1.13 Teknik Menggergaji

2.1.13.1 Gergaji

Peralatan utama dalam kegiatan menggergaji dalam kerja bangku adalah gergaji tangan (*Hack saw*).Gergaji tangan terdiri dari bingkai (sengkang) untuk pembentangan daun gergaji, tangkai (gagang) untuk pegangan, daun gergaji sebagai pemotong, dan mur/baut pengencang untuk menegangkan daun gergaji.



Gambar 4.1 Gergaji Tangan

Bingkai gergaji ada yang dibuat dari pipa baja, baja pejal, atau pelat baja yang dibentuk.Bingkai geraji harus kuat dan tidak mudah bengkok, karena



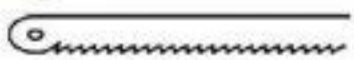
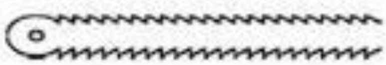
harus mampu menegangkan daun gergaji saat digunakan.Bingkai gergaji dapat menyesuaikan dengan panjang daun gergaji melalui bingkai yang dapat disetel atau melalui pilihan lubang-lubang yang ada pada baut penegang.Pada baut penegang pada umumnya dipasang baut kupu-kupu untuk mengencangkan daun gergaji.

Daun gergaji tangan merupakan alat pemotong dan pembuat alur yang sederhana, bagian sisinya terdapat gigi-gigi pemotong yang dikeraskan.Bahan daun gergaji pada umumnya terbuat dari baja perkakas (*tool steel*), baja kecepatan tinggi (*HSS/high speed steel*), dan baja tungsten (*tungsten steel*).

Daun gergaji tersedia dalam bergai macam ukuran, antara lain dapat ditinjau dari jumlah gigi pada setiap inchi, pada umumnya yang digunakan yang memiliki jumlah gigi 14; 18; 24; dan 32 setiap inchi. Pemilihan daungergaji harus disesuaikan dengan bahan yang akan dipotong serta ukurannya.

Pemilihan Daun Gergaji dapat dilihat dari spesifikasinyameliputi jenis, simpangan gigi (lihat keg.Belajar 1), jumlah gigi setiap panjang 1 inchi, dan panjang daun gergaji ditentukan oleh jarak sumbu lubang. Contoh penulisan spesifikasi daun gergaji secara lengkap: *Single cutstraight set-18T-12"*

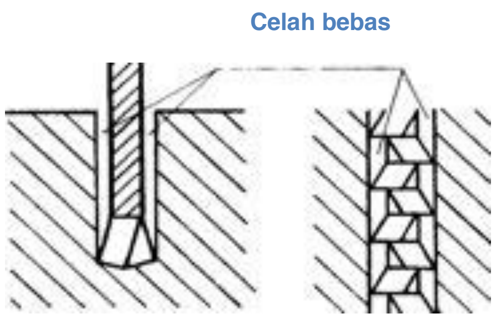
Tabel 4.1 Jenis daun gergaji dan fungsinya

No.	Jenis Daun Gergaji	Pemakaian
1.	*Single cut* 	Kedalaman tak terbatas
2.	*Double cut* 	Maksimal kedalaman pemotongan sedikit di bawah gigi sebelah atas

Tabel 4.2 Jumlah gigi gergaji dan penggunaannya

Jumlah Gigi/Inchi	Penggunaan
14 – 18	Untuk bahan pejal yang besar/tebal dari St. 37, Tembaga, Kuningan, dan Besi tuang
22 – 24	Untuk bahan yang keras, berbentuk dan tebal / baja karbon
28 – 32	Untuk bahan yang keras, berbentuk tipis atau pelat (tebal min. 2,4 mm)

Simpangan pada gigi gergaji dibuat supaya alur hasil pemotongan lebih lebar sedikit dibanding tebal daun gergaji itu sendiri, dengan demikian pada saat digunakan untuk memotong daun gergaji tidak terjepit benda kerja.



Gambar 4.2 Simpangan Gigi Gergaji



Rangkuman

Dalam teknik menggergaji ini, alat utama yang digunakan adalah gergaji tangan. Gergaji tangan terdiri dari bingkai (sengkang) untuk pembentangan daun gergaji, tangkai (gagang) untuk pegangan, daun gergaji sebagai pemotong, dan mur/baut pengencang untuk menegangkan daun gergaji.

Dalam kegiatan menggergaji, pemilihan jumlah gigi gergaji juga sangat penting untuk diperhatikan karena jumlah gigi gergaji tersebut digunakan sesuai dengan jenis dan bentuk bahan yang dikerjakan.



Tugas

Masing-masing peserta didik memilih salah satu alat utama maupun pendukung yang digunakan untuk kerja teknik menggergaji.Mengamati alat tersebut dan hasil pengamatan dideskripsikan dalam laporan pengamatan.

Tes Formatif

1. Apa yang dimaksud dengan menggergaji?
2. Apa tujuan dan fungsi melakukan menggergaji?
3. Sebutkan bagian-bagian dari alat gergaji?
4. Hal-hal apa saja yang harus diperhatikan dalam melakukan kerja menggergaji?



Lembar Kerja Peserta Didik

Topik:

- Menggergaji

Tujuan:

- Menurut tujuan kegiatan belajar 4: Menggergaji

Waktu:

- 6 (enam) jam pelajaran

Alat-alat:

- ✓ Mistar baja.
- ✓ Penggores.
- ✓ Siku-siku.
- ✓ Palu.
- ✓ Gergaji tangan untuk logam.
- ✓ Stempel.
- ✓ Kikir datar.

Bahan:

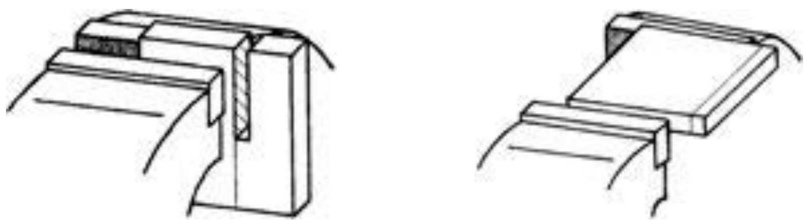
- ✓ Pelat Baja St.37   70 x 65 x 8 mm

Langkah Kerja:

1. Mengikir serpih pada pinggiran benda kerja.
2. Membuat garis-garis batas pemotongan dengan penggores.
3. Memberi nomor-nomor.
4. Memaasang benda kerja pada posisi tegak.
5. Menggergaji sepanjang garis batas pertama.
6. Memasang benda kerja pada posisi datar.
7. Menggergaji sepanjang garis batas kedua.
8. Memeriksa hasil kerja..

Instruksi Kerja:

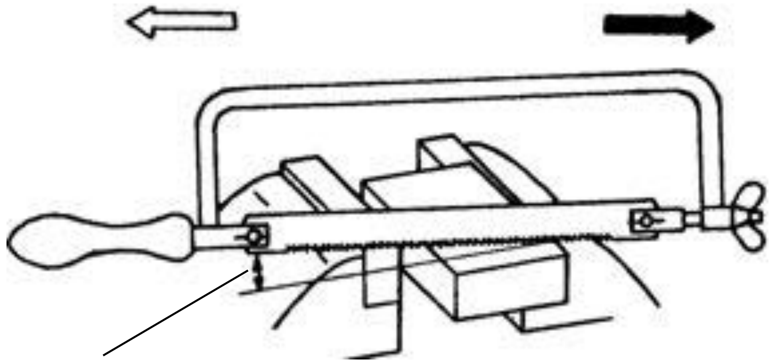
- Gunakan gergaji secara maksimal sepanjang yang ada giginya
- Peganglah gagang dan ujung bingkai gergaji dengan mantap
- Menggergaji jangan tergesa-gesa, aturlah ritme menggergaji kira-kira empat puluh gerakan dalam satu menit
- Jepitlah benda kerja sesuai perintah kerja atau instruksi pengampu,
- Garis batas pemotongan jangan terlalu jauh dengan rahang ragum



Gambar 4.3 Penjepitan benda kerja pada ragum



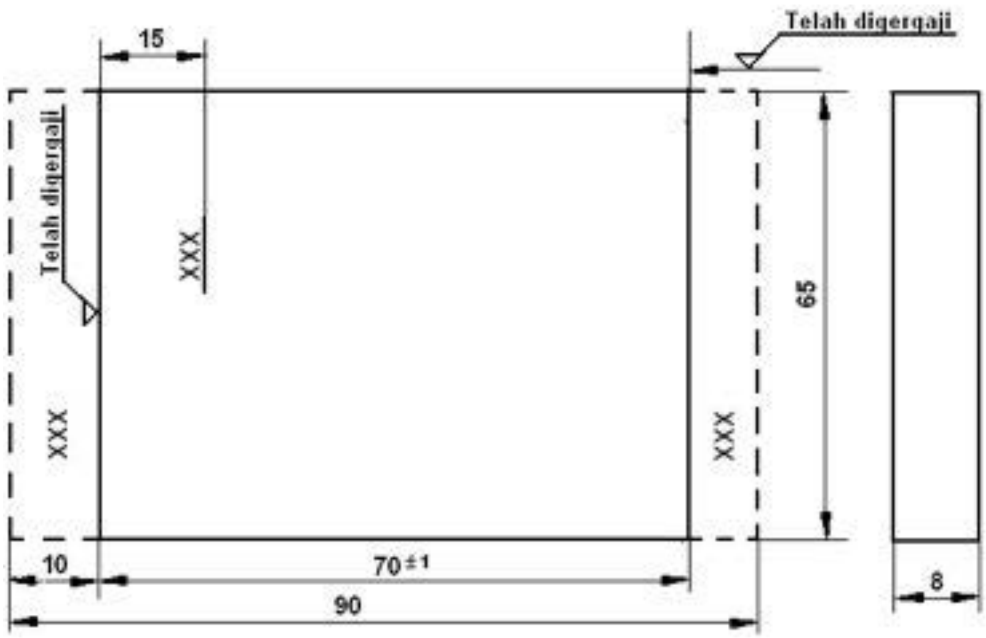
- Berikan tekanan pada gergaji hanya pada saat gerakan maju



Keselamatan Kerja:

Hati-hatilah pada saat menggergaji, ketika benda kerja akan putus perlambat gerakan menggergaji dan kurangi tekanan sampai benda kerja terputus.

Gambar Kerja:





KEGIATAN 5

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan belajar teknik memahat, peserta didik dapat:

- ⇒ Mengidentifikasi perlengkapan peralatan teknik memahat.
- ⇒ Mempergunakan peralatan teknik memahat dengan benar
- ⇒ Merawat peralatan teknik memahat dengan benar
- ⇒ Mengontrol ukuran dari benda kerja.
- ⇒ Menandai benda kerja sesuai dengan ukuran.
- ⇒ Memahat pelat baja lunak dengan ketelitian ± 1,0 mm.
- ⇒ Memeriksa hasil kerja.

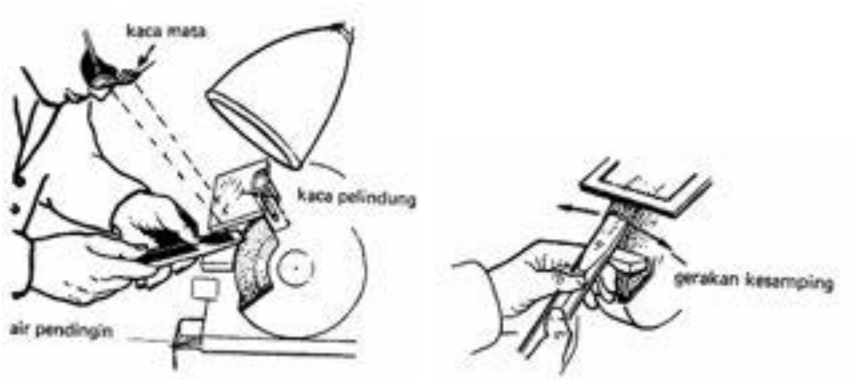
2.1.14 Teknik Memahat

2.1.14.1 Memahat

Kegiatannmemahat adalah untuk keperluan-keperluan seperti memotong, membuat alur, meratakan bidang, membentuk sudut dsb. Dalam kerja bangku alat yang digunakan adalah pahat tangan. Pada kegiatan belajar 1 sudah dijelaskan mengenai beberapa macam pahat, antara lain pahat datar, pahat alur, pahat kuku, pahat dam dan pahat diamon.

Pahat ini biasanya disebut pahat dingin karena utamanya digunakan untuk memotong pekerjaan dalam keadaan dingin. Pahat datar adalah yang paling sering digunakan.

Pahat dingin dibuat dari mengeraskan dan menemper baja karbon atau ada yang terbuat dari "baja paduan krom non-temper". Pahat supaya tajam harus digerindadan garis-garis yang ditinggalkan oleh roda gerinda harus searah dengan sumbu pahat sehingga membantu mencegah putusnya mata pahat. Selama menggerinda harus sering mencelupkan mata pahat ke air pendingin supaya batang pahat tidak menjadi panas dan untuk menghindari penemperan yang bisa berakibat menurunnya kekerasan mata pahat.



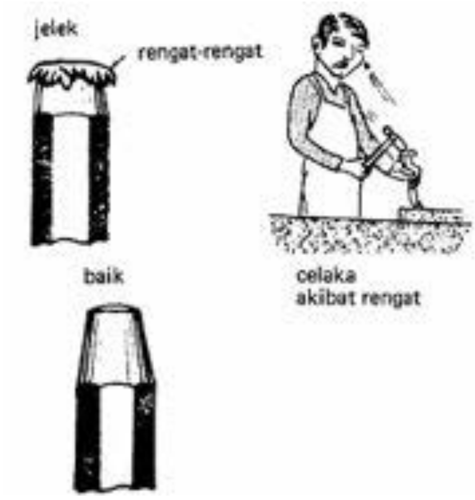
Gambar 5.1 Menggerinda pahat

Ujung baji (mata pahat) harus dibuat sedikit melengkung sehingga ketika memotong kekuatan utama terjadi di pusat ujung baji.



Gambar 5.2 Bentuk mata pahat datar

Bagian pangkal/kepala pahat karena sering dipukul lama-kelamaanakanmengembang menjadi seperti "jamur" kecuali digerinda setiap setelah dipakai. Jika bentuk jamur ini tidak dihilangkan bisa berbahaya karena pukulan dari palu dapat melenceng dan menyebabkan pahat atau pecahan pangkalnya melesat melukai anggota badan.



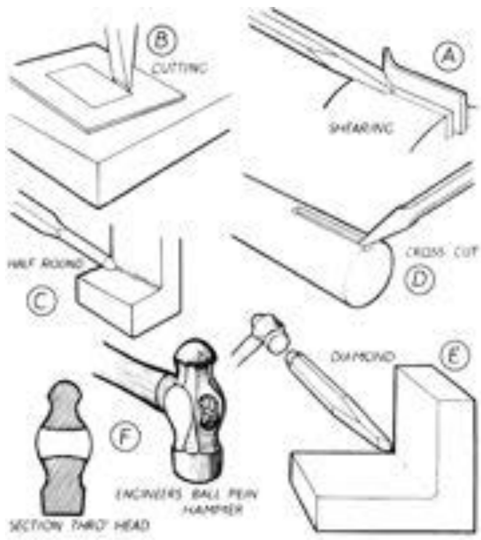
Gambar 5.3 Pangkal Pahat

Pahat datar yang ujung tajamnya sedikit dicembungkan berguna untuk mempermudah pemotongan pelat tipis di ragum, atau untuk memotong lembaran logam di blok landasan.

Pahat setengah bulat (pahat kuku) sering digunakan untuk memotong alur minyak dan "membersihkan" bagian-bagian beralur dan bersudut.

Pahat alur digunakan di mana alur sempit diperlukan seperti alur pasak/spie.

Pahat berlian dapat digunakan untuk memotong sudut dalam yang tajam.



Gambar 5.4 Penggunaan macam-macam pahat

Keterangan gambar:

A. Pahat datar untuk menggunting pelat pada ragum
B. Pahat datar untuk memotong pelat diatas landasan
C. Pahat kuku untuk membentuk sudut yang cekung
D. Pahat alur untuk membentuk alur pasak (spie)
E. Pahat diamon untuk membentuk sudut yang tajam
F. Palu



Rangkuman

Kegiatan memahat adalah untuk keperluan-keperluan seperti memotong, membuat alur, meratakan bidang, membentuk sudut, dsb. Beberapa jenis pahat tangan yang biasa digunakan antara lain:

- Pahat datar digunakan untuk mempermudah pemotongan pelat tipis di ragum, atau untuk memotong lembaran logam di blok landasan.
- Pahat setengah bulat (pahat kuku) sering digunakan untuk memotong alur minyak dan "membersihkan" bagian-bagian beralur dan bersudut.
- Pahat alur digunakan di mana alur sempit diperlukan seperti alur pasak/spie.
- Pahat berlian dapat digunakan untuk memotong sudut dalam yang tajam.

Tugas

Masing-masing peserta didik memilih salah satu alat utama maupun pendukung yang digunakan untuk kerja teknik memahat.Mengamati alat tersebut dan hasil pengamatan dideskripsikan dalam laporan pengamatan.

Tes Formatif

1. Apa yang dimaksud dengan kegiatan kerja memahat?

2. Sebutkan macam-macam tipe pahat?

3. Jelaskan fungsi dari alat berikut :

   - Pahat datar

   - Pahat alur

   - Pahat berlian



Lembar Kerja Peserta Didik

Topik:

- Memahat Pelat

Tujuan:

- Menurut kegiatan belajar 5: Memahat

Waktu:

- 4 (empat) jam pelajaran

Alat-alat:

- ✓ Mistar baja.
- ✓ Penggores.
- ✓ Palu.
- ✓ Palu perata (plastik).
- ✓ Pahat pelat.
- ✓ Stempel.
- ✓ Kikir.

Bahan:

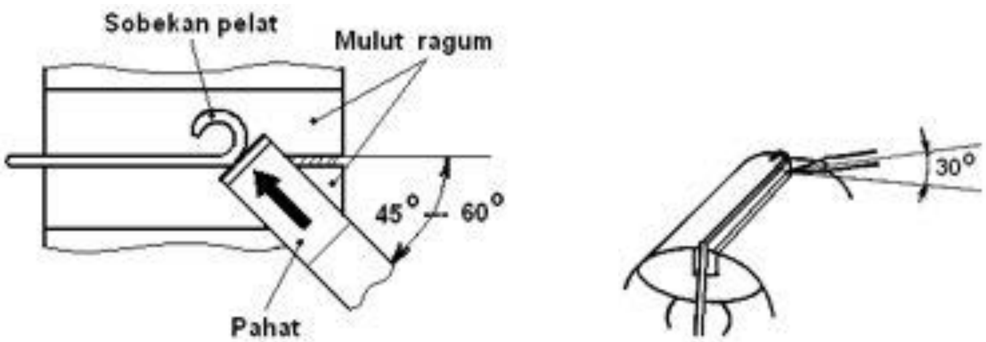
- ✓ Baja lunak St. 37   2 x 100 x 70 mm

Langkah Kerja:

1. Mengikir menghilangkan serpih pada pinggiran pelat.
2. Membuat garis-garis pedoman pemotongan.
3. Memberi nomor-nomor identitas.
4. Memasang pelat pada ragum dengan benar sepanjang garis-garis.
5. Memotong dengan pahat pelat.
6. Meluruskan hasil pemotongan dengan palu plastik.
7. Memeriksa hasil pahatan.

Instruksi Kerja:

- Posisikan garis yang akan dipotong lurus sejajar dan rata dengan rahang ragum.
- Arahkan pahat menyilang terhadap benda kerja dengan sudut 45^o – 60^o dan sudut pahat terhadap sumbu memanjang 30^o.
- Jaga selalu sudut kemiringan pahat.



Gambar 5.5 Posisi pahat



- Pahat potong hanya digunakan untuk memotong pelat-pelat besi yang tidak bisa dikerjakan di mesin potong.
- Pelat setelah dipotong dengan pahat tidak dapat lurus, untuk itu supaya menjadi lurus, pelat tersebut harus diluruskan dengan palu perata / plastik.

Keselamatan Kerja:

- Gunakan kaca mata pelindung, tabir pengaman, dan konsentrasi penuh selama memahat.



Gambar 5.6 Cara aman memahat

- Jangan menggunakan pahat yang pangkalnya sudah mengembang



Benar

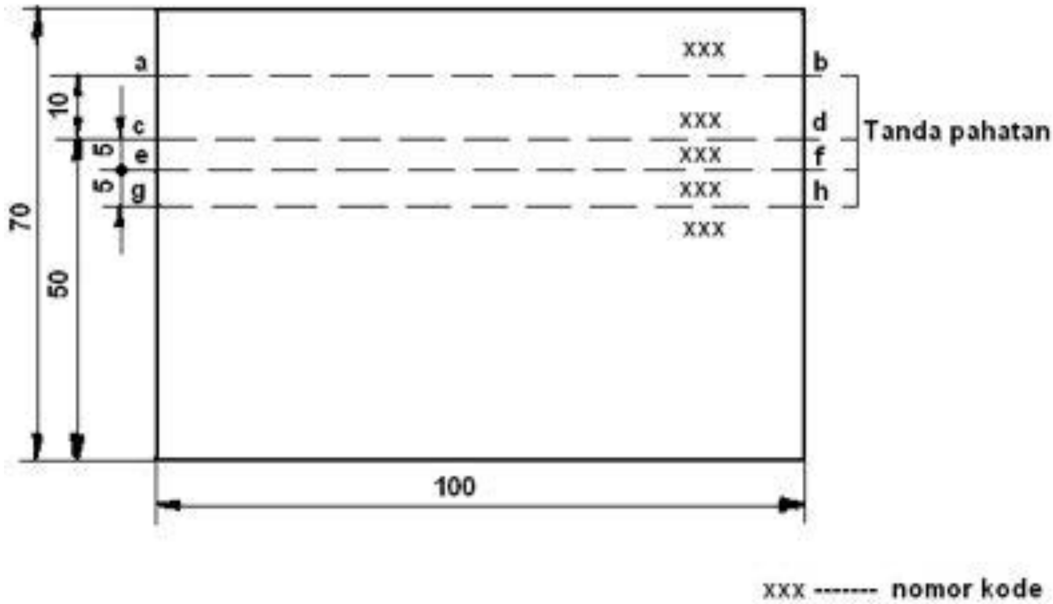


Salah

Gambar 5.7 Pangkal pahat

- Pastikan bahwa lingkungan sekitar aman dari kegiatan memahat

Gambar Kerja:





KEGIATAN 6

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan belajar teknik mengebor, peserta didik dapat:

⇒ Mengidentifikasi perlengkapan peralatan teknik mengebor.

⇒ Mempergunakan peralatan teknik mengebor dengan benar

⇒ Menyiapkan peralatan teknik mengebor dengan benar

⇒ Mengontrol ukuran dari benda kerja.

⇒ Menandai benda kerja sesuai dengan ukuran.

⇒ Memasang dan menyetel mata bor pada mesin bor dengan benar.

⇒ Mengebor pelat baja lunak.

⇒ Mempersing tepi lubang yang telah di bor.

⇒ Memeriksa hasil kerja.

2.1.15 Teknik Mengebor

2.1.15.1 Mengebor

Teknik pengeboran dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat silindris dengan menggunakan mata bor (*twist drill*) . Proses pembuatan lubang bisa terjadi lebih dari satu kali terutama jika lubang yang dibuat berukuran besar, yaitu yang pertama proses pengeboran (*drilling*) kemudian dilanjutkan dengan proses pengeboran lanjutan (*boring*) untuk meluaskan/ memperbesar lubang.

Mesin bor yang digunakan seperti yang sudah disampaikan di kegiatan belajar 1, dan supaya dapat digunakan maka perlu adanya perlengkapan pendukungnya yaitu:

•**Ragum.** Ragum mesin bor/gurdi digunakan untuk mencekam benda kerja pada saat akan di bor.

•**Klem set.** Klem set digunakan untuk mencekam benda kerja yang tidak mungkin dicekam dengan ragum.

•**Landasan (blok paralel).** Digunakan sebagai landasan pada pengeboran lubang tembus, untuk mencegah ragum atau meja mesin turut terbor.

•**Pencekam mata bor.** Digunakan untuk mencekam mata bor yang berbentuk silindris. Pencekam mata bor ada dua macam, yaitu pencekam dua rahang dan pencekam tiga rahang.

•**Sarung Pengurang (*drill socket, drill sleeve*).** Sarung pengurang digunakan untuk mencekam mata bor yang bertangkai konis.

•**Pasak pembuka.** Digunakan untuk melepas sarung pengurang dari spindel bor atau melepas mata bor dari sarung pengurang.

•**Boring head.** Digunakan untuk memperbesar lubang baik yang tembus maupun yang tidak tembus.

Parameter proses pengeboran pada dasarnya sama dengan parameter proses pemesinan yang lain, yaitukecepatan putaran spindel maupun kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman potong. Tetapi dalam praktiknya yang paling umum digunakan adalah kecepatan putar atau jumlah putaran bor setiap satuan waktu (menit) dan biasanya dicantumkan pada mesin bor berupa tabel kecepatan putaran dalam rotasi per menit (rpm).Untuk menentukan kecepatan putaran yang perlu diketahui lebih dulu yaitu mengenai kecepatan potong dari masing-masing bahan yang dikerjakan, yang sudah ditabelkan dalam beberapa buku teknik pemesinan.

Tabel 6.1 Kecepatan potong pengeboran

NAMA BAHAN	KECEPATAN POTONG (Meter/menit)
Aluminium dan paduan	61.00 – 91.50
Baja karbon tinggi – baja karbon rendah	15.25 – 33.55
Besi tuang keras – lunak	21.35 – 45.75
Kuningan, Bronz	61.00 – 91.50
Stainless Steel	09.15 – 24.40
Tembaga	61.00 – 91.50

Sumber: Proses Gurdi (Drilling) dari http://share.pdfonline.com/

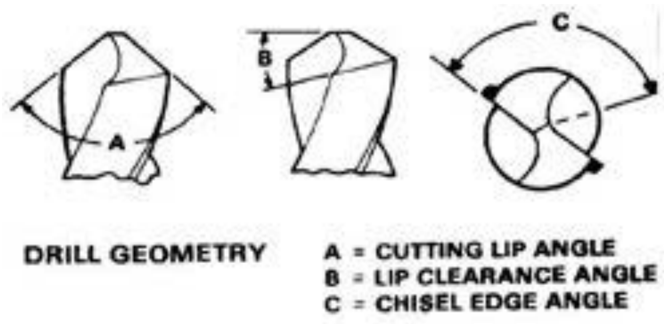
Untuk menentukan berapa kecepatan putaran bor yang dibutuhkan dapat dihitung dengan rumus sbb.

$$n = \frac{1000.V}{d.\pi} \text{ (rpm)}$$

dimana: v (kecepatan potong) dalam m/men. dan d (diameter bor) dalam mm

1.5.3 Mengasah Mata Bor

Untuk mendapatkan hasil pengeboran yang baik, mata bor perlu diperiksa dulu dan dipersiapkan sebaik mungkin. Untuk itu pengguna harus sudah memiliki pengetahuan geometri mata bor dan bagaimana mengubah sudut-sudut pada mata bor yang diperlukan untuk setiap pekerjaan pengeboran. Sudut-sudut yang penting pada geometri mata bor adalah: sudut bibir potong, sudut bebas bibir, dan sudut puncak pahat. Kondisi geometri tersebut diperoleh dengan cara mengasah atau menggerinda mata bor.

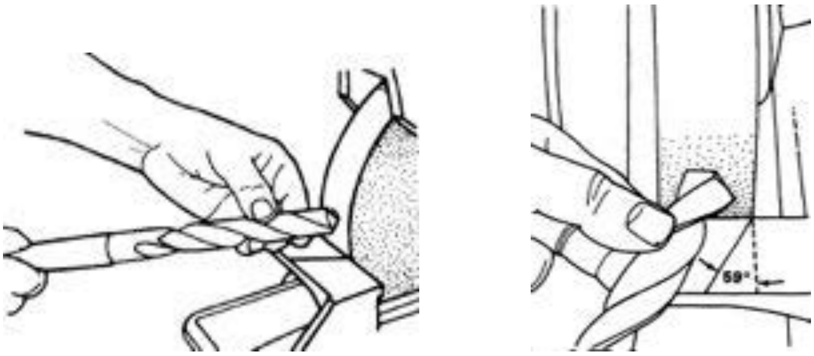


Gambar 6.1 Geometri mata bor

Sebelum mengasah mata bor, harus memeriksa kondisi bor mengenaicacat dan retak bibir atau tepi yang harus digerinda selama proses penajaman.Harus memeriksa juga referensi untuk sudut bibir yang tepat dan sudut bebas bibir untuk bahan yang akan dibor.

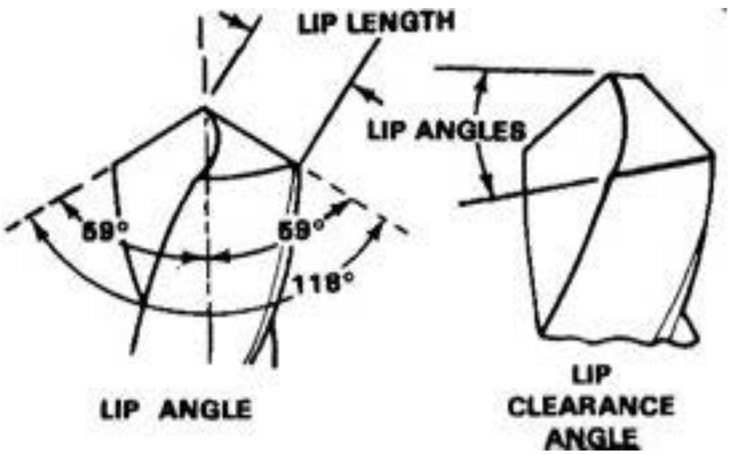
Penggerinda harus mengambil posisi yang benar yaitu berdiri agak menyamping dan harus merasa nyaman ketika di depan roda gerinda untuk mempertajam bor.





Gambar 6.2 Penggerindaan mata bor

Metode yang disarankan adalah pertama untuk menggerinda sudut bibir potong, kemudian berkonsentrasi pada penggerindaan sudut bebas bibir, yang kemudian akan menentukan panjang bibir. Sudut bibir yang umumdigunakan adalah 118° (59°x2) harus simetris, termasuk panjang bibir dan sudut bebas bibir.

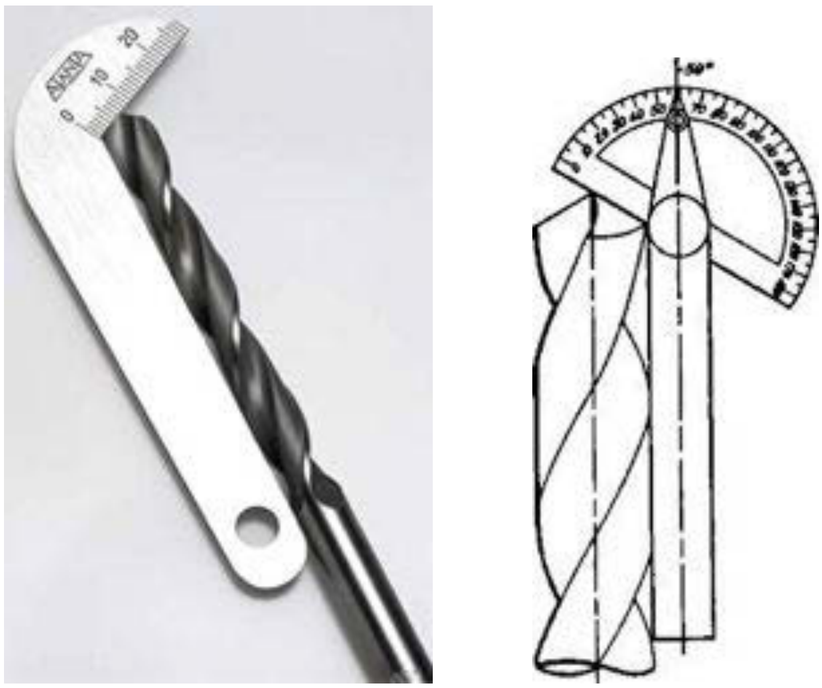


Gambar 6.3 Geometri mata bor

Ketika menggerinda, jangan biarkan mata bor menjadi panas. Overheating akan menyebabkan tepi bor menjadi biru yang merupakan indikasi bahwa kekerasan mata bor telah hilang. Daerah biru harus benar-benar dihilangkan untuk membangun kembali kekerasan bor. Jika bor menjadi terlalu panas selama penajaman, bibir bisa retak ketika dicelupkan ke dalam air pendingin. Selama melaksanakan penggerindaan mata bor, harus selalu disediakan alat

pemeriksa hasil penggerindaan yaitu berupa mal ukur mata bor atau jika tidak ada dapat menggunakan busur derajat.

Mal ukur bor atau busur derajatdigunakan untuk memeriksa sudut bibir dan panjang bibir. Pemeriksaan hasil penggerindaan mata bor mutlak diperlukan untuk memastikan geometri mata bor sudah simetris dan benar. Kesalahan penggerindaan dapat menimbulkan masalah ketika mata bor digunakan.



Gambar 6.4 Pemeriksaan mata bor



2.1.15.2 Mengatur Kecepatan Bor

Setelah mendapatkan kecepatan putaran bor yang sesuai dengan bahan yang akan di bor, maka kecepatan putar yang dimaksud dapat diperoleh dengan cara menyetelnya melalui pengubahan posisi belt transmisi yang menghubungkan puli penggerak dan puli spindel.



Gambar 6.5 Transmisi bor lima tingkat

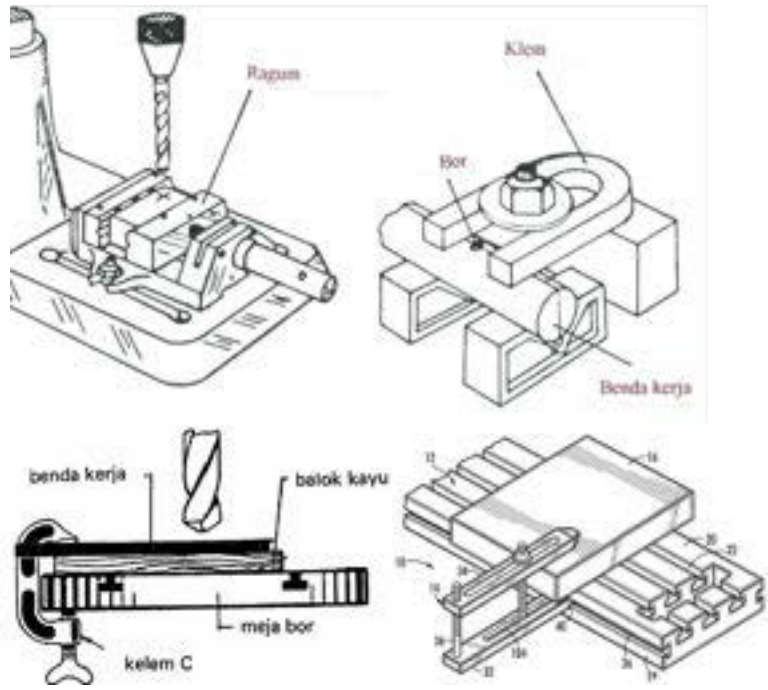
Selain mesin bor yang memiliki dua set puli (puli penggerak dan puli spindel), ada juga mesin bor yang memiliki tiga set puli yaitu puli penggerak, puli spindel dan puli perantara, dan mesin bor tipe ini memiliki dua belt pemindah tenaga, sehingga mampu disetel sebanyak dua belas tingkat kecepatan putaran. Namun demikian jika jumlah rpm hasil hitungan tidak ada dalam tabel putaran maka digunakan nilai rpm yang paling mendekati.



Gambar 6.6 Transmisi bor 12 tingkat kecepatan

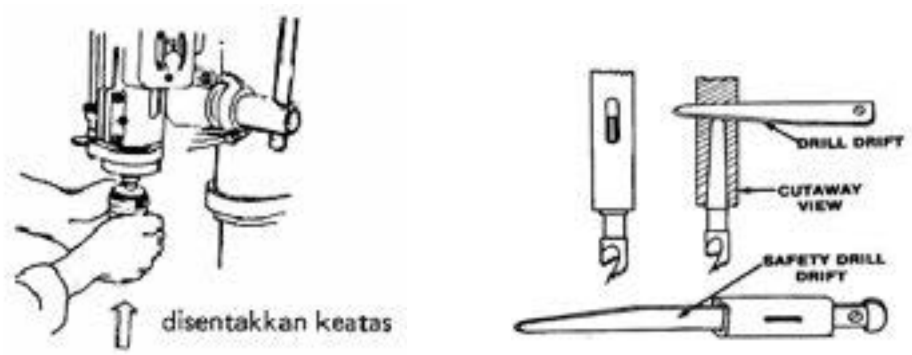
2.1.15.3 Menyiapkan Benda Kerja

Bagaimana menyiapkan benda kerja yang akan dibor. Setelah benda kerja ditandai (dititik) pada pusat-pusat lubang yang akan dibor, maka benda kerja harus dijepit sedemikian rupa diatas meja bor dengan alat penjepit yang sesuai. Alat-alat penjepit untuk di mesin bor ada beberapa macam antara lain: Ragum mesin bor, Klem garpu, Klem C, dan Klem sejajar. Penjepitan harus dilaksanakan dengan seksama, kuat dan permukaan yang akan dibor harus benar-benar datar (rata air) untuk menghindari penyimpangan pengeboran.



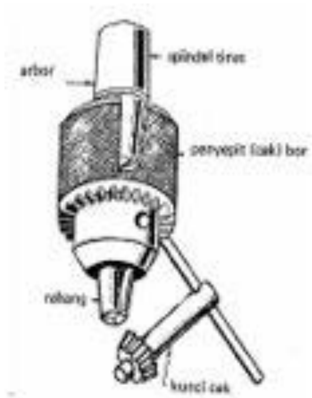
Gambar 6.7 Macam-macam klem

Memasang dan melepas arbor/sarung pengurang pada spindel. Memasang arbor/sarung pengurang pada spindel yaitu dengan cara memasukkan arbor ke spindel bagian tang dari arbor harus lurus dengan lubang pasak pada spindel, kemudian dihentakkan dengan tangan secara vertikal. Untuk melepasnya diharuskan menggunakan pasak pembuka, dengan cara memasukkan pasak pembuka (*drill drift*) ke lubang pasak pada spindel dan memukulnya dengan palu lunak maka arbor akan terdorong kebawah dan lepas dari spindel.



Gambar 6.8 Memasang dan melepas arbor

Bagaimana memasang mata bor pada pencekam bor. Pencekam bor (cak) memiliki tiga rahang pencekam, untuk membuka dan menutup ketiga rahang tersebut diperlukan kunci cak yang sesuai.



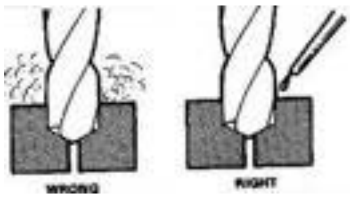
Gambar 6.9 Pencekam bor

Untuk memasang mata bor pada pencekam, rahang pencekam harus dibuka sesuai dengan diameter mata bor yang akan digunakan, kemudian pangkal mata bor dimasukkan kerahang pencekam sedalam panjang tangkai mata bor, kemudian rahang dikencangkan menggunakan kunci cak yang sesuai (jangan menggunakan palu!).



Gambar 6.10 Memasang mata bor

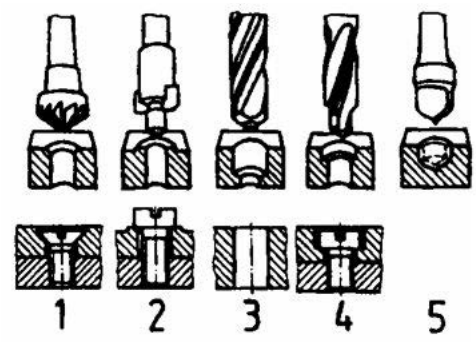
Selama proses pengeboran harus selalu menggunakan media pendingin berupa air yang dicampur dengan oli pemotongan (*cutting oil*).



Gambar 6.11 Mengebor tanpa dan dengan media pendingin

2.1.15.4 Persing

Pasca pekerjaan pengeboran seringkali dilanjutkan dengan pekerjaan memersing (*countersink*) untuk sekedar memingul sisi lubang maupun untuk membenamkan kepala sekrup/baut tirus, dan pekerjaan mengkonterbor (*counterbore*) untuk membenamkan kepala baut/ sekrup silindris.

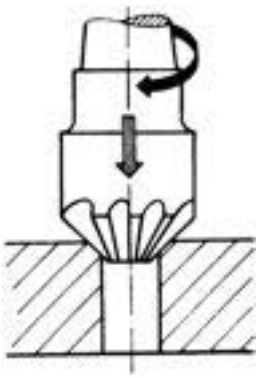


Gambar 6.12 Kontersing dan konterbor

Keterangan:

1. Kontersing (60°; 75°; 82°; 90°; 100°; 110°; 120°)
2. Kontersing datar
3. Konterbor dengan bor spiral
4. Konterbor berpengarah (ujung)
5. Konterbor khusus

Kontersing bekerja seperti mata bor tapi dengan kecepatan potong yang lebih lambat. Persing mempunyai 1 atau lebih bibir pemotong dalam jumlah yang ganjil, misalnya : 1, 3, 5, 7. Sudut bibir pemotong persing yang akan digunakan harus sesuai dengan maksud penggunaannya.



Gambar 6.13 Proses mengkontersing



Rangkuman

1. Teknik pengeboran dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat silindris dengan menggunakan mata bor (*twist drill*). Perlengkapan yang digunakan dalam pengeboran diantaranya :

•Ragum.

•Klem set..

•Landasan (blok paralel).

•Pencekam mata bor

•Sarung Pengurang (*drill socket, drill sleeve*).

•Pasak pembuka..

•Boring head..

2. Sebelum melakukan pengeboran sebaiknya lakukanlah pemeriksaan kondisi dari mata bor. Untuk menentukan sudut-sudut geometri mata bor dilakukan dengan cara mengasah atau menggerinda.. Untuk memeriksa hasil penggerindaan menggunakan berupa mal ukur mata bor atau jika tidak ada dapat menggunakan busur derajat.

3. Kecepatan putar mesin bor dapat diatur sesuai dengan perhitungan kecepatan potong bahan dengan cara menyetelnya melalui pengubahan posisi belt transmisi yang menghubungkan puli penggerak dan puli spindel.

4. Selama proses pengeboran harus selalu menggunakan media pendingin berupa air yang dicampur dengan oli pemotongan (*cutting oil*).

5. Setelah proses pengeboran selesai biasanya akan dilanjutkan dengan proses persing, untuk meratakan atau menghaluskan sisa-sisa hasil pengeboran yang tidak rata.



Tugas

Masing-masing peserta didik memilih salah satu alat utama maupun pendukung yang digunakan untuk kerja teknik mengebor.Mengamati alat tersebut dan hasil pengamatan dideskripsikan dalam laporan pengamatan.

Tes Formatif

1. Apa yang dimaksud dengan kegiatan kerja mengebor?

2. Sebutkan kelengkapan kerja dalam melakukan kerja pengeboran!

3. Sebutkan bagian-bagian dari alat bor!

4. Tentukan kecepatan mata bor untuk bahan alumunium dan stain less!

5. Apa fungsi dan kegunaan alat persing?



Lembar Kerja Peserta Didik

Topik:

- Mengebor dan memersing

Tujuan:

- Sesuai dengan tujuan pembelajaran kegiatan belajar 6

Waktu:

- 6 (enam) jam pelajaran

Alat-alat:

Penggores.
Mistar baja
Mistar sorong.
Kikir.
Mata bor Ø 6,5 mm dan Ø 5,5 mm.
Mata bor persing (kontersing) 90°
Konterbor Ø 11 mm dan Ø 9 mm.
Ragum mesin bor.
Stempel.

Bahan:

⇒ Pelat St. 37 ; 80 x 75 x 12 mm

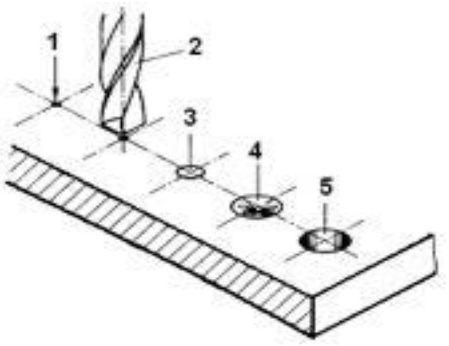
Langkah Kerja:

1. Menghilangkan serpihan yang tajam pada pinggiran benda kerja.
2. Mengikir/meratakan bidang datar.
3. Menggaris dengan penggores dan menitik dengan penitik.
4. Mengebor.
5. Memersing dan mengkonter.
6. Menghilangkan serpihan tajam pada lubang hasil pengeboran.
7. Memeriksa hasil kerja.
8. Memberi nomor identitas.

Instruksi Kerja:

⇒ Gunakan penitik pusat (90°) untuk menitik pusat lubang yang akan dibor

⇒ Langkah pengeboran disarankan sbb.:

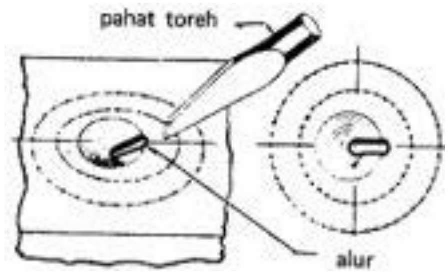


Gambar 6.13 Langkah pengeboran

Keterangan:

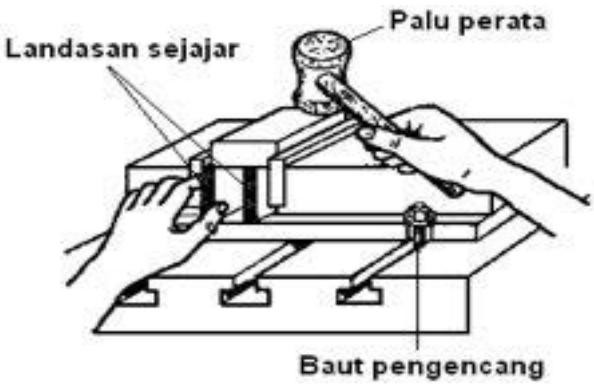
1. Menitik.
2. Menepatkan mata bor.
3. Mengebor sedikit/awalan.
4. Mengebor sampai sebesar diameter bor.
5. Mengebor sampai tembus atau sesuai gambar kerja.
6. Memeriksa hasil pengeboran.

⇒ Jika terjadi penyimpangan pada permulaan pengeboran, maka dapat diperbaiki dengan cara memahat bagian jejak bor awal untuk mengambil posisi yang benar



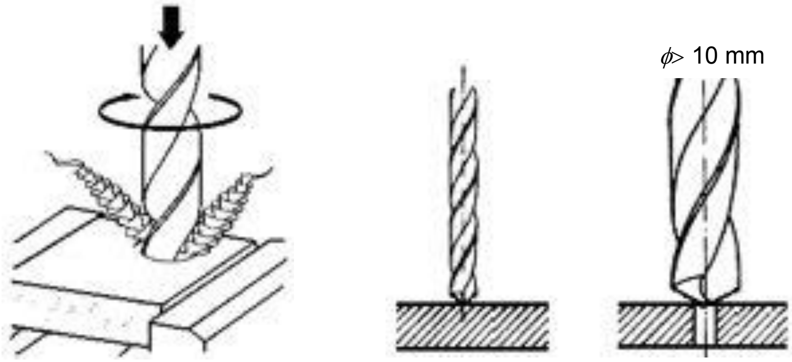
Gambar 6.14 Perbaikan awalan lubang

⇒ Ikatlah benda kerja dengan baik. Baik menggunakan ragum maupun klem yang lain. Gunakan landasan sejajar (paralel) untuk mengganjal benda kerja supaya permukaan benda kerja yang dibor datar (rata air) dan benda kerja tidak bergerak turun ketika mendapat tekanan bor.



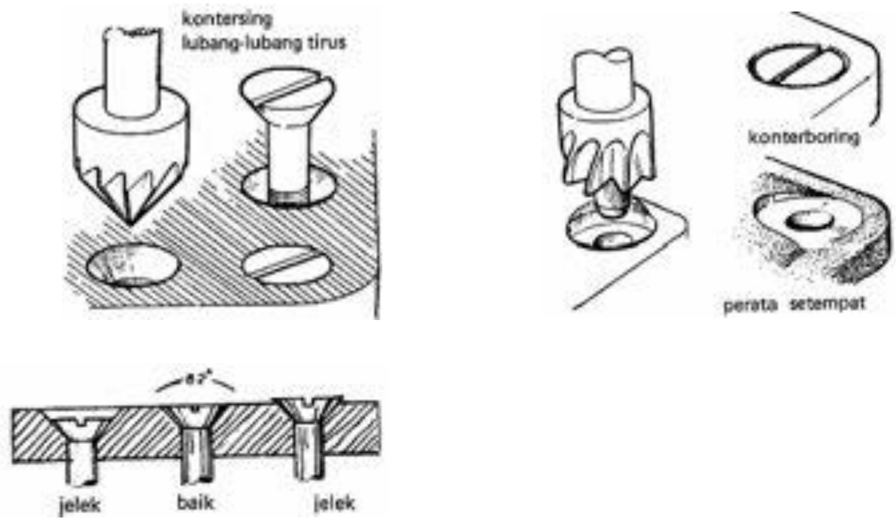
Gambar 6.15 Mengikat benda kerja

⇒ Pengeboran harus dilakukan dengan tekanan yang tetap dan dinginkan mata bor dengan menggunakan media pendingin yang sesuai, supaya lubang hasil pengeboran baik. Sewaktu-waktu tekanan harus diangkat, supaya serpihan-serpihan tidak terlalu panjang. Pengeboran lubang berdiameter besar (> 10 mm) dianjurkan dibor secara bertahap dimulai diri bor yang berukuran kecil.



Gambar 6.16 Proses pengeboran

⇒ Membuat lubang kontersing ataupun konterbor harus memperhatikan bentuk dan ukuran kepala baut/sekrup yang akan digunakan. Ukurlah setiap kali menambah kedalaman / pemakanan.

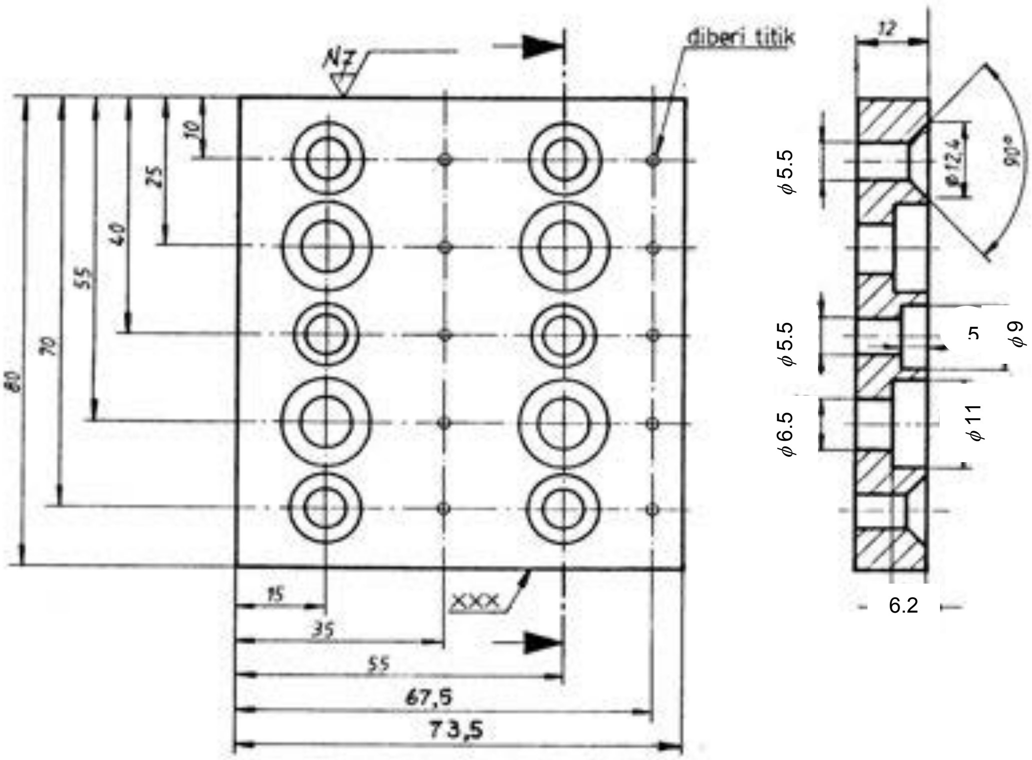


Gambar 6.17 Proses kontersing dan konterbor

Keselamatan Kerja:

- Hati-hati dengan rambut yang panjang (silakan digulung/masukkan topi), baju yang longgar dan gelang tangan.
- Pemakaian perhiasan (kalung) sangat berbahaya.
- Lindungi diri dari percikan serpihan-serpihan benda kerja.
- Bekerjalah dengan hasil serpihan-serpihan yang pendek.
- Berikan media pendingin sesering mungkin supaya tidak terjadi peningkatan suhu yang berlebihan pada mata bor.
- Dilarang membiarkan mesin bor tetap berputar bila tidak dipakai.

Gambar Kerja:





KEGIATAN 7

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan belajar teknik mengebor, peserta didik dapat:

- ⇒ Mengidentifikasi perlengkapan peralatan teknik mengulir dan menge- ling.
- ⇒ Mempergunakan peralatan teknik mengulir dan keling dengan benar
- ⇒ Menyiapkan peralatan teknik mengulir dan mengeling dengan benar
- ⇒ Mengontrol ukuran dari benda kerja.
- ⇒ Menandai benda kerja sesuai dengan ukuran.
- ⇒ Memasang dan menyetel mata bor pada mesin bor dengan benar.
- ⇒ Mengebor.
- ⇒ Membuat ulir dalam / mengetap
- ⇒ Menghitung dan menggambar pada benda kerja.
- ⇒ Mengeling sambungan dengan bilah tunggal.
- ⇒ Memeriksa hasil kerja.

2.1.16 Teknik Mengulir dan Mengeling

2.1.16.1 Mengulir

Dalam pekerjaan sambung-menyambung dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain menyambung dengan las, patri/solder, lem, ulir (baut/mur), dan keling. Dalam uraian materi ini hanya akan dibahas tentang sambungan ulir dan keling saja.

Ulir dapat berfungsi jika dibuat berpasangan. Oleh karena itu dikenal adanya ulir luar (baut) dan ulir dalam (mur). Untuk membuatnya juga memerlukan alatnya masing-masing.Ulir luar dapat dibuat dengan alat yang disebut Snei dan untuk ulir dalam dapat dibuat dengan alat yang disebut Tap. Ada dua macam normalisasi jenis ulir yaitu ulir metrik dan whitworth, ulir metrik menggunakan sistem satuan metris (mis. mm) dan whitworth menggunakan sistem satuan imperial, misalnya inchi (“). Ukuran tap/snei menunjukkan ukuran ulir yang dibuat, contoh:

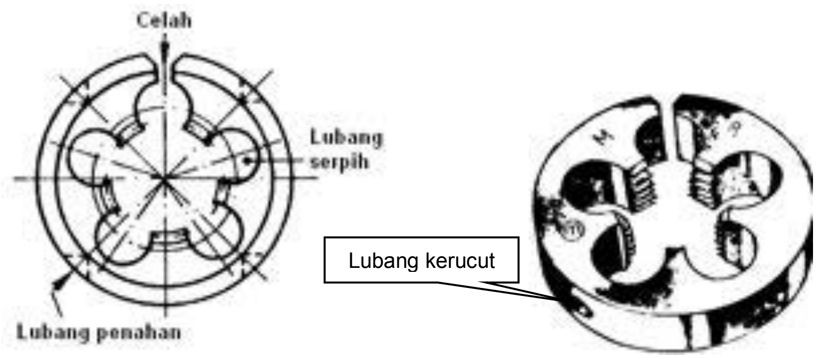
Tap/snei: M 12x1,25 artinya M = jenis ulir metrik; 12 = diameter nominal ulir dalam mm; 1,25 = kisar (gang) ulir selebar 1,25 mm

Tap/snei: W 5/8x11 artinya W = jenis ulir whitworth; 5/8 = diameter nominal ulir dalam inchi; 11 = jumlah kisar (gang) per inchi.

Alat pemotong ulir luar (snei) dan pemotong ulir dalam (Tap) dibuat dari baja karbon tinggi atau baja kecepatan tinggi (HSS), snei digunakan untuk membuat/memotong ulir luar pada batang silindris dan tap untuk ulir dalam.

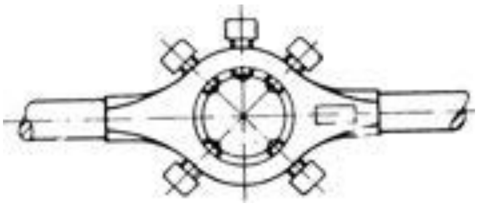
Salah satu macam snei ialah suatu cakram dengan lubang berulir ditengah (pusat). Awal ulir pada kedua sisinya dichamper sehingga membentuk tirus, untuk memusatkan alat pemotong ulir tersebut pada benda kerja dan mempercepat proses pemotongan.Lubang-lubang yang seragam, sejajar dengan sumbu ulir dan berhenti di bagian ulir, menimbulkan sisi-sisi potong, alur-alur pemotong beram dan ruang untuk membuang beram.

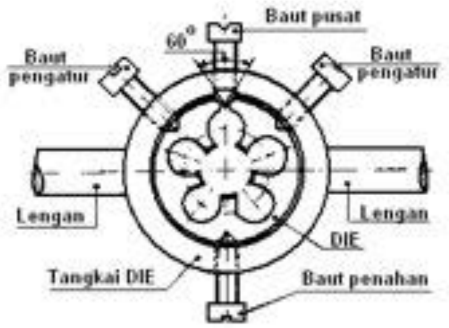
Alat pemotong ulir ini dibelah pada satu tempat untuk memungkinkan pengaturan lebarnya secara terbatas.Pemotong ulir ini di sekelilingnya dilengkapi dengan lubang-lubang penyetel yang berbentuk kerucut untuk mengatur pemotong ulir dalam tangkai alat pemotong ulir.



Gambar 7.1 Pemotong ulir luar (snei)

Tangkai snei digunakan untuk memegang snei dan memutarnya.Tangkai itu dilengkapi dengan empat/lima baut yang runcing ujungnya.Baut penahan (di tangkai yang besar dua baut) membantu penempatan snei pada tangkainya.Baut pusat dengan ujung 60^{o} digunakan untuk membuka pemotong secara ringan sedang dua lainnya digunakan untuk mengunci pemotong dalam pemotongan. Jika baut-baut dikeraskan terlalu kuat pemotongan ulir akan patah. Pada pemotongan tertutup, semua baut digunakan untuk menahan pemotong.

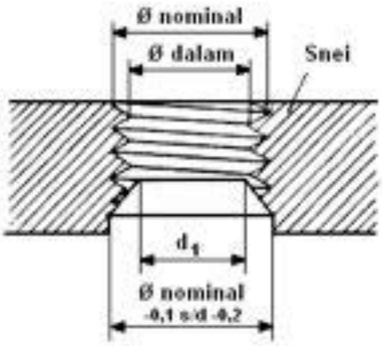




Gambar 7.2 Tangkai snei

Persiapan benda kerja dan pemotong ulir.Diameter luar batang yang akan diulir harus 0,1 – 0,2 mm lebih kecil dari pada diameter nominal ulir.Ujung batang harus dipersing.

Diameter d1 harus agak kecil dibandinganka n dengan diameter dalam ulir.Sebelum memulai pemotongan pertama, dimulai dengan pemotongan secara ringan dengan mengeraskan baut pusat.Baut-baut pengatur dan baut-baut penahan diputar sampai mereka menyentuh dasar lubang-lubang penahan.Pemotongan selanjutnya dilaksanakan sesuai diameter nominal.



Gambar 7.3 Mengulir dengan snei

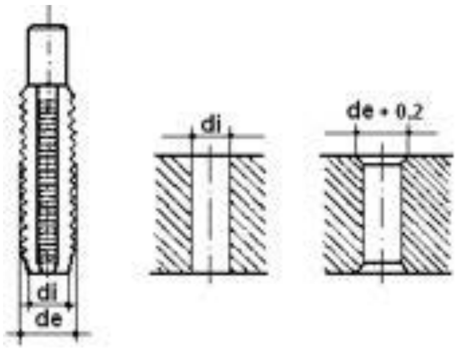
Pembuatan ulir dalam harus dipersiapkan dengan baik dan benar. Mempersiapkan lubang yang akan diulir yang pertama menetapkan diameter lubang yang akan dibor (dapat dilihat pada tabel ulir) atau dapat dihitung menurut rumus (ISO Metric Thread) sebagai berikut.

Diameter dalam (di) = Diameter Nominal (de) – kisar (gang)

Contoh : M 5 dengan kisar 0,8 mm.

Lubang Bor = ∅ 5 – 0,8 = 4,2 mm.

Selanjutnya memilih mata bor yang sesuai dan mengebor diameter dalam (di).



Gambar 7.4 Persiapan lubang ulir dalam

Untuk lubang ulir tembus, perlu dikontersing pada kedua sisinya kurang lebih 0,2 mm lebih besar dari pada diameter luar ulir (de + 0,2). Tetapi kontersing dikerjakan apabila tebal material (benda kerja) memungkinkan.

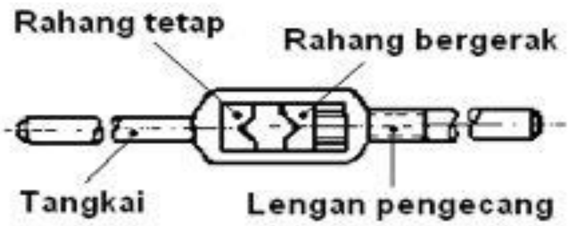
Agar dapat mengoperasikan tap tangan, diperlukan pemegang tap. Ada dua macam pemegang tap yaitu pemegang tap lurus dan T.





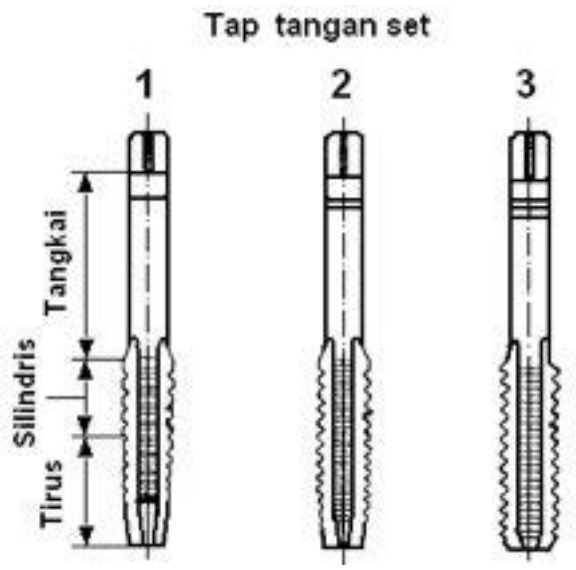
Gambar 7.5 Pemegang Tap

Pemegang tap harus mempunyai ukuran yang sesuai dengan ukuran bagian tangkai tap sehingga untuk penjepitan pada bagian segi empat tangkai tap dapat dengan baik dan kuat. Biasanya pada badan pemegang tap tertera kapasitasnya misalnya M1 – M6, M3 – M10, dst. Untuk pemegang tap lurus memiliki dua rahang penjepit, yaitu rahang tetap dan rahang bergerak. Rahang bergerak dapat diatur melalui lengan pengencang yaitu salah satu dari dua tangkainya.



Gambar 7.6 Bagian-bagian pemegang tap

Tahapan pengetapan.Pemotongan ulir dalam harus dilakukan secara bertahap, yaitu dalam tiga tahapan. Oleh karena itu setiap satu ukuran tap terdiri dari tiga buah tap yang masing-masing memiliki perbedaan fungsi.

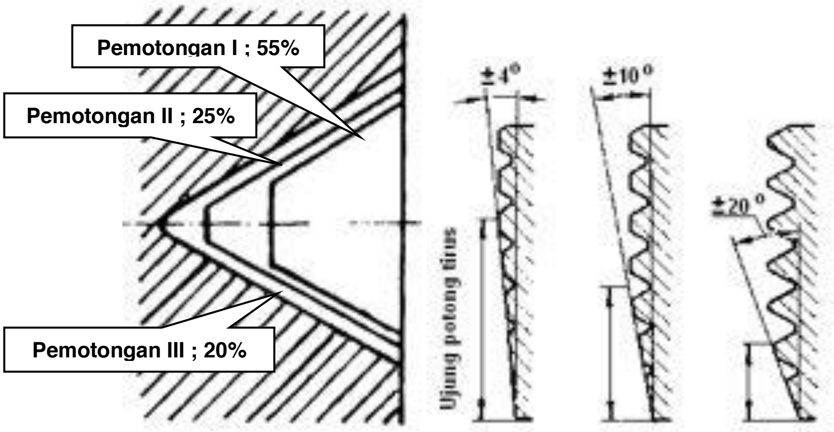


Gambar 7.7 Set tap tangan

Tap no. 1 (*Tapper Tap*) yang pertama digunakan sebagai *starting*, mempunyai bentuk tirus ± 4°, paling panjang diujungnya, untuk mempermudah pemotongan. Bentuk ulir yang dihasilkan tap no. 1 ini hanya 55% dari bentuk ulir yang sesungguhnya.

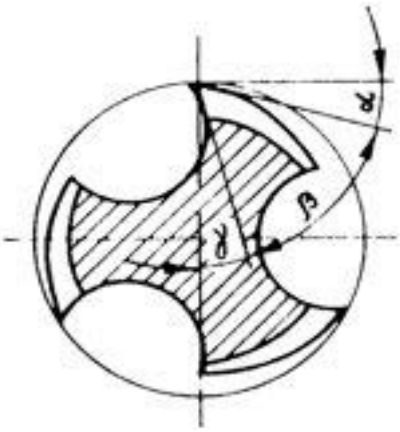
Tap No. 2 (tirus ± 10^{o}) adalah tap *intermediate*. Tap No. 2 ini dipakai setelah tap no. 1 dan memotong ± 25% dari pemotongan ulir seluruhnya.

Tap no. 3 (tirus ± 20^{o}) adalah tap *finishing*. Tap no. 3 ini adalah tap terakhir dan yang membentuk profil ulir penuh.Bagian tirus pada ujungnya sangat pendek sehingga dapat mencapai dasar untuk lubang yang tidak tembus.



Gambar 7.8 Tahapan pengetapan

Fungsi sudut potong:



Gambar 7.9 Sudut-sudut Tap

Keterangan: α = sudut bebas

β = sudut baji

γ = sudut potong

SUDUT POTONG (ɣ)	KEGUNAAN
0 - 5°	Untuk bahan yang rapuh dan keras, kuningan, besi tuang kelabu dan lain-lain.
5° - 5°	Untuk baja 70 – 90 Kg/mm^2.
5° - 5°	Untuk baja sampai dengan 50 Kg/mm^2, tembaga, duraluminium.
5° - 5°	Untuk Aluminium, timah putih.

2.1.17 Mengeling

Sambungan atau ikatan berulir (menggunakan baut dan mur) bisa disebut sebagai sambungan tidak tetap (*non permanent*), dan lainnya adalah sambungan tetap (*permanent*) yang dikerjakan dengan proses pengelasan dan sambungan setengah tetap (*semi permanent*) dikerjakan dengan pengelingan (*riveting*).

Proses pengelingan bisa dilaksanakan dengan proses dingin maupun panas. Alat utama yang digunakan untk proses pengelingan diantaranya perapat keling, pembentuk kepala keling, landasan dan palu konde.



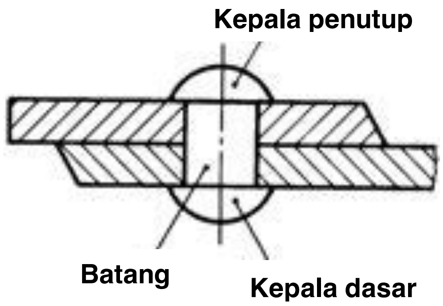
Gambar 7.10 Alat keling



Sambungan keling terdiri dari dua bagian pelat tersambung atau lebih.Unsur menyambung adalah paku keling, yang terdiri dari kepala dasar, batang dan kepala penutup.

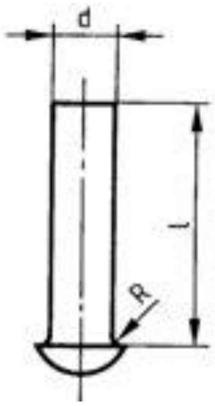
Paku keling yang belum terpakai hanya terdiri dari kepala dasar dan batang.

Panjang paku keling setengah bulat dihitung hanya pada batangnya.



Gambar 7.11 Sambungan keling

Contoh : paku keling DIN 660 – 4 x 16 – St, berarti paku keling setengah bulat, diameter batang 4 mm dan panjang batang 16 mm, bahan dari baja.



Gambar 7.12 Paku keling setengah bulat

Panjang paku keling kepala tirus (75°) di ukur beserta tebalnya kepalanya.

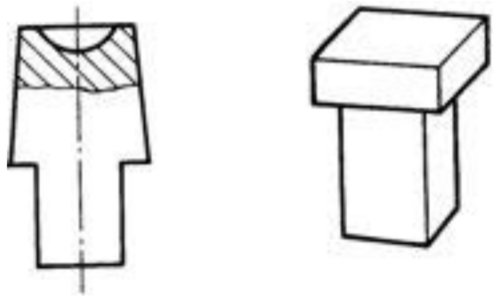
Misalnya : DIN 661 – 4 x 12 – St, berarti paku keling kepala tirus, diameter batang 4 mm, panjang 12 mm dan bahan dari baja.

2.1.17.1 Alat-alat pengelingan

Alat-alat pengelingan terdiri dari :

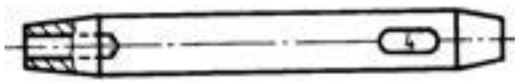
Landasan cekung untuk keling setengah bulat dan landasan rata untuk keling tirus.

Dalam penggunaan landasan itu dijepit pada ragum.



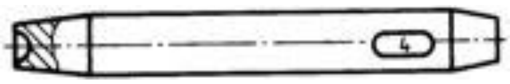
Gambar 7.13 Landasan keling

Perapat keling gunanya untuk merapatkan bahan dan kedudukan keling pada bahan yang disambung.



Gambar 7.14 Perapat keling

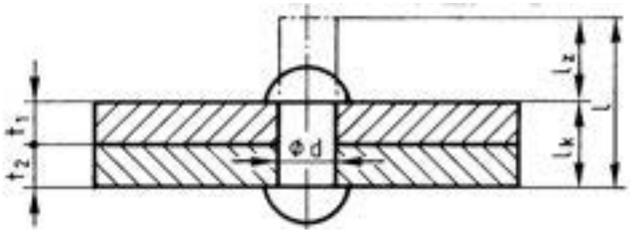
Pembentuk kepala keling, untuk membentuk kepala penutup setelah diberi bentuk awal dengan palu.



Gambar 7.15 Pembentuk kepala keling

2.1.17.2 Menentukan panjang paku keling.

Misalnya pelat yang disambung tebalnya 7 mm dan 5 mm, diameter paku keling ∅ 5 mm. Berapa panjang paku keling yang diperlukan ?



Gambar 7.16 Ukuran paku keling setengah bulat

Untuk kepala setengah bulat :

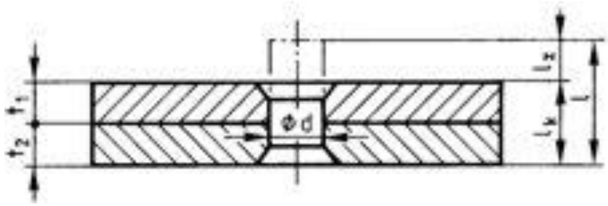
$\ell = \ell_k + \ell_z$

$\ell_z = 1{,}5 \cdot d$

$\ell_k = t_1 + t_2 = 7\ \text{mm} + 5\ \text{mm} = 12\ \text{mm}$

$\ell_z = 1{,}5 \cdot d = 1{,}5 \cdot 5\text{mm} = 7{,}5\ \text{mm}$

$\ell = \ell_k + \ell_z = 12\ \text{mm} + 7{,}5\ \text{mm} = 19{,}5\ \text{mm}$



Gambar 7.17 Ukuran paku keling tirus

Untuk kepala tirus:

ℓ = ℓ k + ℓ z

ℓ z = 0,8 . d

ℓ k = 12 mm

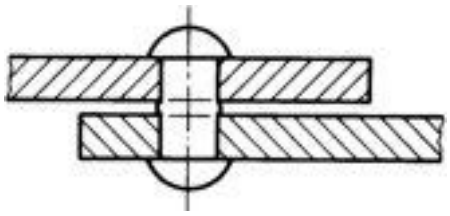
ℓ z = 0,8 . d = 0,8 . 5 mm = 4 mm

ℓ = ℓ k + ℓ z = 12 mm + 4 mm = 16 mm

2.1.17.3 Kesalahan pengelingan.

Ketidak cermatan pengelingan dapat mengakibatkan macam-macam kesalahan antara lain :

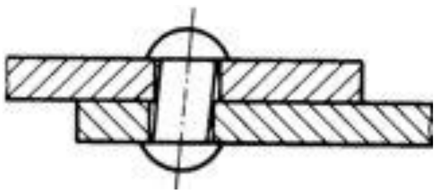
Pengelingan tidak kokoh dan tidak rapat.Ada kerenggangan di antara dua pelat yang disambung.



Gambar 7.18 Pengelingan tidak rapat

Lubang keling pada bahan yang disambung tidak lurus.

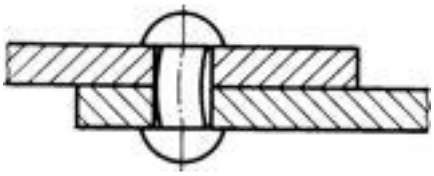
Kedudukan keling miring dan tidak kokoh.



Gambar 7.19 Lubang keling tidak lurus

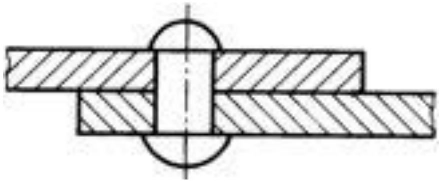


Paku keling tidak memenuhi lubang atau ada kelonggaran terlalu besar, batang keling bengkok.



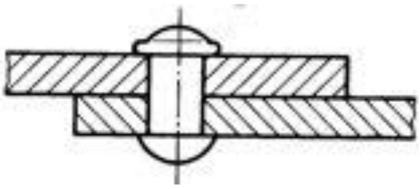
Gambar 7.20 Lubang keling terlalu longgar

Kepala penutup tidak normal, karena persediaan batang terlalu pendek.



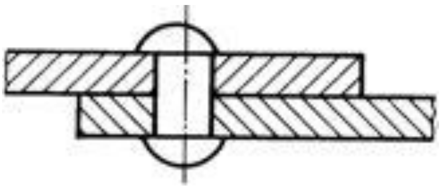
Gambar 7.21 Kepala penutup terlalu kecil

Kepala penutup menjadi ceper. Karena persediaan batang terlalu panjang.



Gambar 7.22 Kepala penutup berlebihan

Kepala penutup tergeser ke sebelah karena penekanan pembentukan tidak merata.



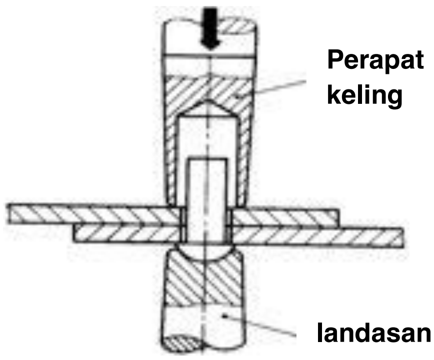
Gambar 7.23 Kepala penutup bergeser

2.1.17.4 Proses pengelingan.

Paku-keling baja yang berdiameter sampai kira-kira 6 mm dapat dikerjakan dengan tangan.Cara itu disebut dengan pengelingan dingin.

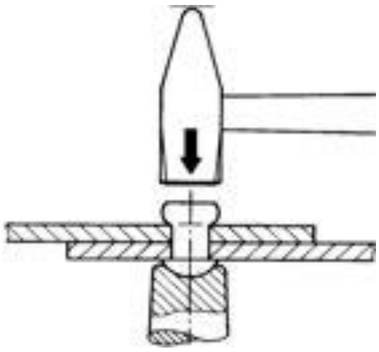
Proses pengelingan dapat dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut:

Setelah benda kerja disiapkan, yaitu bilah-bilah yang akan disambung sudah dilubangi dan paku keling sudah dipotong sesuai dengan panjang yang dibutuhkan, maka paku keling dimasukkan ke lubang bilah-bilah yang disambung dan dirapatkan menggunakan perpat paku keling.



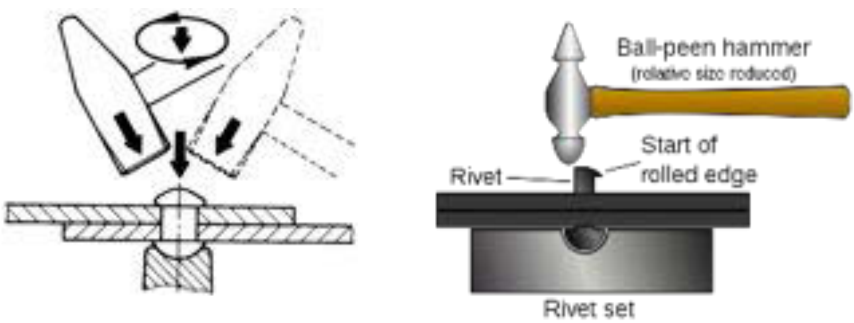
Gambar 7.24 Persiapan pengelingan

Setelah persiapan pengelingan dilakukan dengan baik dan benar, pekrjaan dapat dilanjutkan dengan pembentukan kepala penutup keling yaitu diawali dengan pukulan dari arak tegak dan lurus sumbu keling samapi batang keling mengembang dan menutup rapat lubang bilah. Pada tahap ini paku keling tidak boleh bengkok sama sekali.



Gambar 7.25 Pengembangan batang keling

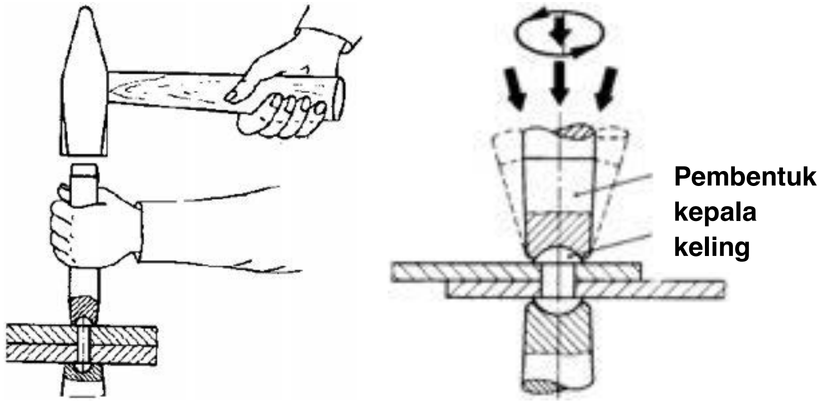
Selanjutnya melaksanakan pembentukan kepala penutup dengan cara melakukan pukulan melingkar pada sekeliling penampang batang keling dengan cara memiringkan palu atau lebih baik menggunakan palu konde .



Gambar 7.26 Pembentukan kepala penutup

Akhir pembentukan kepala penutup dikerjakan dengan alat pembentuk kepala keling, supaya bentuk kepala keling menjadi baik dan simetris.

Dengan memukul sambil memutar alat ini, maka hasil bentuk akhir kepala penutupakan lebih baik.Untuk membentuk kepala tirus, dengan pukulan palu sudah cukup.



Gambar 7.27 Penyelesaian akhir kepala penutup



Rangkuman

1. Ulir dapat berfungsi jika dibuat berpasangan. Oleh karena itu dikenal adanya ulir luar (baut) dan ulir dalam (mur). Untuk membuatnya juga memerlukan alatnya masing-masing.Ulir luar dapat dibuat dengan alat yang disebut Snei dan untuk ulir dalam dapat dibuat dengan alat yang disebut Tap

Pembuatan ulir dalam harus dipersiapkan dengan baik dan benar. Mempersiapkan lubang yang akan diulir yang pertama menetapkan diameter lubang yang akan dibor.

2. Proses pengelingan bisa dilaksanakan dengan proses dingin maupun panas.

- Landasan cekung untuk keling setengah bulat dan landasan rata untuk keling tirus.
- Dalam penggunaan landasan itu dijepit pada ragum.
- Perapat keling gunanya untuk merapatkan bahan dan kedudukan keling pada bahan yang disambung.
- Pembentuk kepala keling, untuk membentuk kepala penutup setelah diberi bentuk awal dengan palu.



Tugas

Masing-masing peserta didik memilih salah satu alat utama maupun pendukung yang digunakan untuk kerja teknik membuat ulir.Mengamati alat tersebut dan hasil pengamatan dideskripsikan dalam laporan pengamatan.

Tes Formatif

1. Apa yang dimaksud dengan ulir ?
2. Sebutkan alat yang digunakan untuk membuat ulir!
3. Apa perbedaan ulir luar dan ulir dalam?
4. Jelaskan langkah-langkah kerja untuk membuat ulir untuk ukuran M8!
5. Apa yang dimaksud dengan teknik kerja keling?
6. Apa fungsi dan tujuan melakukan kerja keling?
7. Jelaskan langkah-langkah kerja melakukan proses keling?



Lembar Kerja Peserta Didik

Topik 1:

➢ Pembuatan Ulir luar

Tujuan:

➢ Sesuai dengan tujuan pembelajaran kegiatan belajar 7

Waktu:

➢ 4 (empat) jam pelajaran

Alat-alat:

⇒ Alat menggaris
⇒ Kikir
⇒ Pemotong ulir luar M8
⇒ Pemegang pemotong ulir
⇒ Mur pemeriksa
⇒ Siku-siku 90^o
⇒ Oli.
⇒ Stempel 3 mm.

Bahan:

✓ Besi bulat St. 37. ∅ 8 x 82

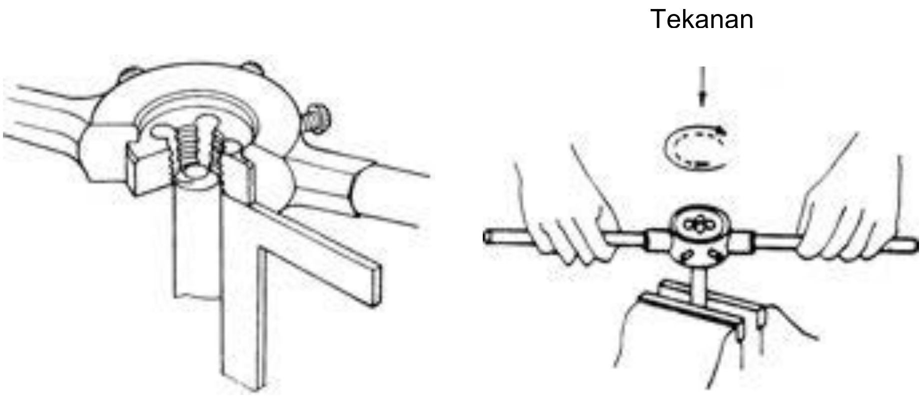
Langkah Kerja:

1. Kikir (tirus) kedua ujung benda kerja, yang satu menjadi berbentuk kerucut terpancung dan yang lain cembung seperti puncak lensa.
2. Beri tanda untuk panjang ulir.
3. Buat ulir.
4. Periksa hasil penguliran.

Instruksi Kerja:

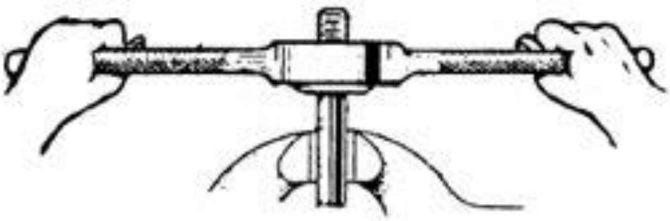
Posisi/letak alat potong ulir harus tegak lurus dengan benda kerja.

Permulaan pemotongan dengan memegang pada lengan tangkai (lihat gambar), kedua tangan lebih dekat ke rumah snei dan putar searah dengan arah jarum jam (untuk ulir kanan) dengan memberi tekanan yang cukup.



Gambar 7.28 Awal pembuatan ulir luar

Setelah permulaan pemotongan, teruskan tekanan pemotongan seperti dalam pengetapan dengan pemegangan penuh kedua tangan jauh dari rumah snei.Sewaktu-waktu berhenti memotong dan diputar setengah putaran berlawanan jarum jam. Beram akan patah dan jatuh/keluar.



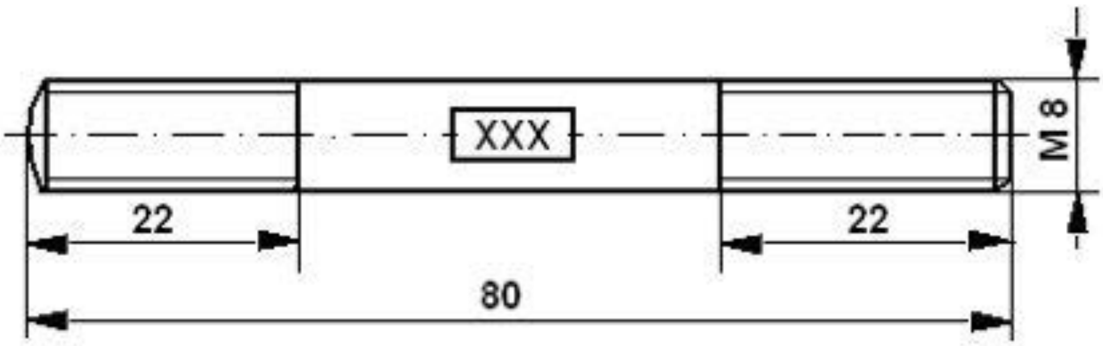
Gambar 7.29 Pembuatan ulir penuh

Setelah pemotongan pertama, pemotong ulir agak diperkecil, pertama buka baut tengah kemudian kencangkan kedua baut pengatur.Lanjutkan pemotongan kedua seperti di atas.Gunakan media pendingin/pelumas untuk besi.Periksa ulir dengan pemeriksa ulir.

Keselamatan Kerja:

- Jagalah posisi snei tetap tegak lurus terhadap sumbu batang yang diulir supaya hasil ulirnya lurus.
- Pemakanan yang terus menerus dan terlalu cepat akan meningkatkan panas yang berlebihan yang dapat menimbulkan perubahan bentuk (bengkok) pada batang yang diulir, oleh karena itu atur kecepatan secukupnya putar baliklah untuk memotong bram dan beri media pendingin yang cukup.

Gambar Kerja:





Topik 2:

- Pembuatan Ulir dalam

Tujuan:

- Sesuai dengan tujuan pembelajaran kegiatan belajar 7

Waktu:

- 4 (empat) jam pelajaran

Alat-alat:

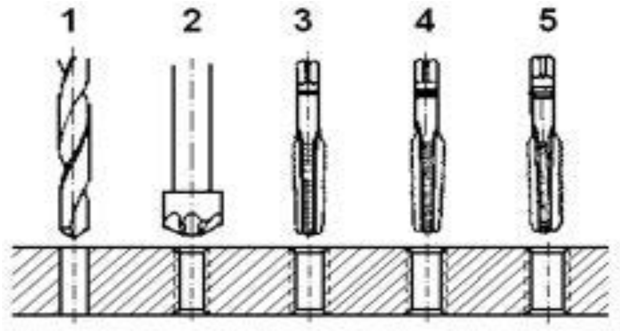
⇒ Alat menggaris
⇒ Kikir
⇒ Siku-siku 90^o
⇒ Bor spiral ∅ 5 dan ∅ 6,8 mm.
⇒ Bor persing (Countersink) 90^o
⇒ Tap M6 dan M8.
⇒ Pemegang Tap.
⇒ Oli
⇒ Stempel 3 mm.

Bahan:

✓ Besi balok St. 37 80 x 75 x 12

Langkah Kerja:

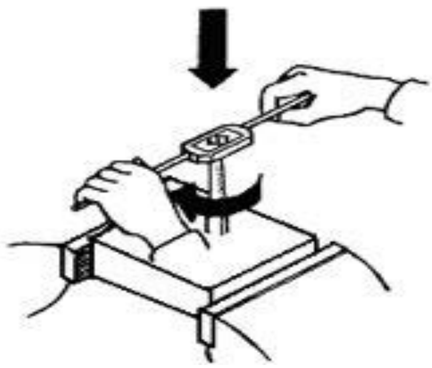
1. Bor calon lubang ulir.
2. Persing lubang yang teleh di bor.
3. Buat ulir dalam dengan tap M6 dan M8.
4. Periksa hasil penguliran.



Gambar 7.30 Urutan pembuatan ulir dalam

Instruksi Kerja:

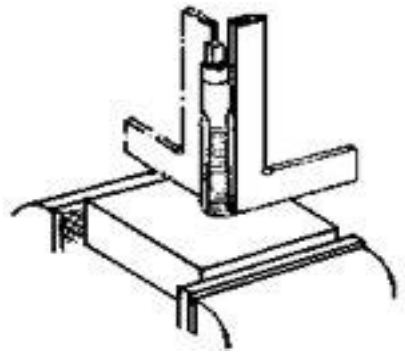
Jepit tap no. 1 pada pemegang tap. Mulai pengetapan dengan tekanan ringan dalam arah (searah) lubang, supaya tap memotong (*bitting*) atau pembuat ulir tersebut awet (tidak cepat rusak, maka gunakanlah oli pemotong untuk besi.



Gambar 7.31 Pembuatan ulir dalam

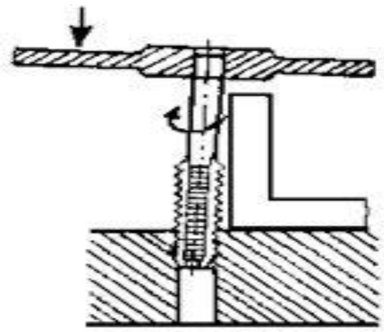


Periksa dengan penyiku apakah tap segaris dengan lubang atau tap tegak lurus benda kerja.



Gambar 7.32 Memeriksa posisi tap

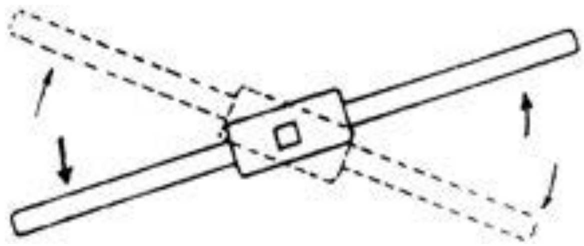
Jika kedudukan tap miring, dapat diperbaiki dengan memberikan tekanan yang ringan pada bagian yang berlawanan pada pemegang tap dan diputar diputar searah jarum jam.



Gambar 1.33 Memperbaiki posisi tap

Setelah kedudukan tap baik, dianjurkan untuk sering memutar tap dengan setengah putaran ke arah sebaliknya guna memotong serpih. Dalam pengetapan yang dalam, perlu pemutaran kembali tap sampai keluar untuk menghilangkan serpih (bram).

Periksa kembali dengan penyiku. Lanjutkan pengetapan dengan tap no. 2 dan no. 3.

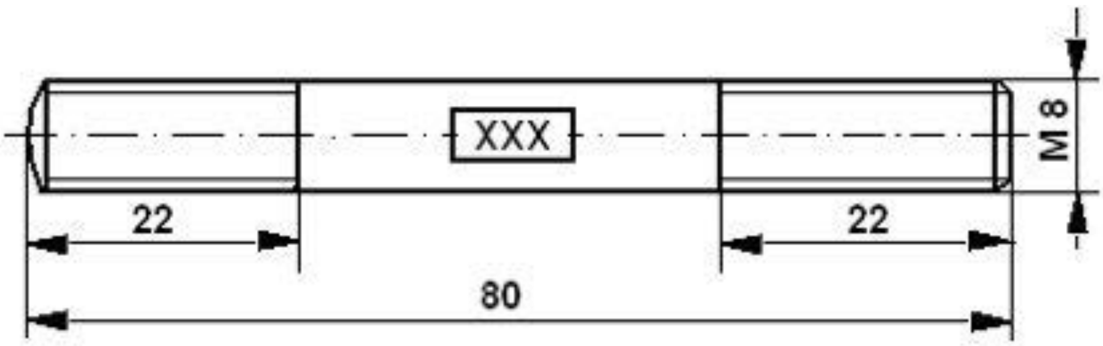


Gambar 3.34 Gerakan pengetapan

Keselamatan Kerja:

- Jangan menekan tap kesamping, supaya tap tidak patah.
- Tekanan putaran dan sentakan putaran balik pada tap tidak boleh terlalu kuat, karena tap akan cepat rusak.

Gambar Kerja:





Topik 3:

- Mengeling sambungan bilah tunggal

Tujuan:

- Sesuai dengan tujuan pembelajaran kegiatan belajar 7

Waktu:

- 4 (empat) jam pelajaran

Alat-alat:

⇒ Alat-alat untuk menggaris.
⇒ Gergaji tangan untuk logam.
⇒ Kikir.
⇒ Klem-ragum.
⇒ Mata bor ∅ 4,1 mm.
⇒ Persing 75^0 dan 90^0
⇒ Baut M 4, cincin, mur.
⇒ Alat-alat keling.
⇒ Stempel nomor.

Bahan:

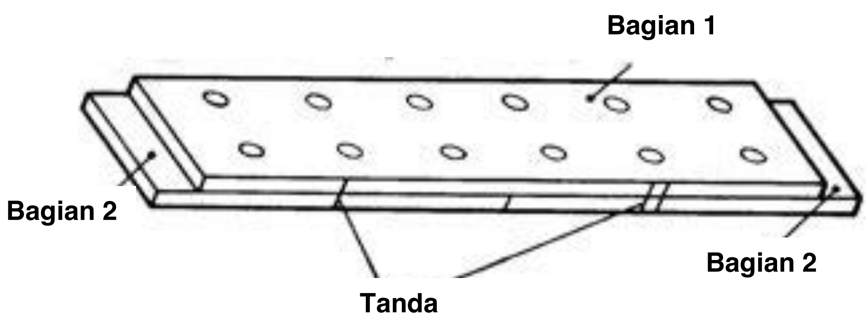
⇒ St. 37 Pelat strip 4 x 40 x 135 mm.
⇒ St. 37 Pelat strip 5 x 40 x 115 mm.

Langkah Kerja:

1. Mengukur dan mengikir lurus bagian no.2
2. Menggores bagian no. 1 menitik dan memberi nomor
3. Menjepit bagian 1 dan 2 bersamaan
4. Mengebor dan memberi tanda penyetelan
5. Membersihkan lubang-lubang hasil pengeboran
6. Mengikat bagian 1 dan 2 dengan baut
7. Mengeling
8. Memeriksa dan mebersihkan hasil kerja

Instruksi Kerja:

Pengeboran lubang keling. Lubang keling di bor 0,1 sampai 0,2 mm lebih besar dari ukuran paku keling, hal ini untuk memudahkan memasukkan keling. Bila mungkin bagian-bagian benda kerja di bor bersama-sama, diikat dengan klem ragum.



Gambar 7.35 Persiapan sambungan keling

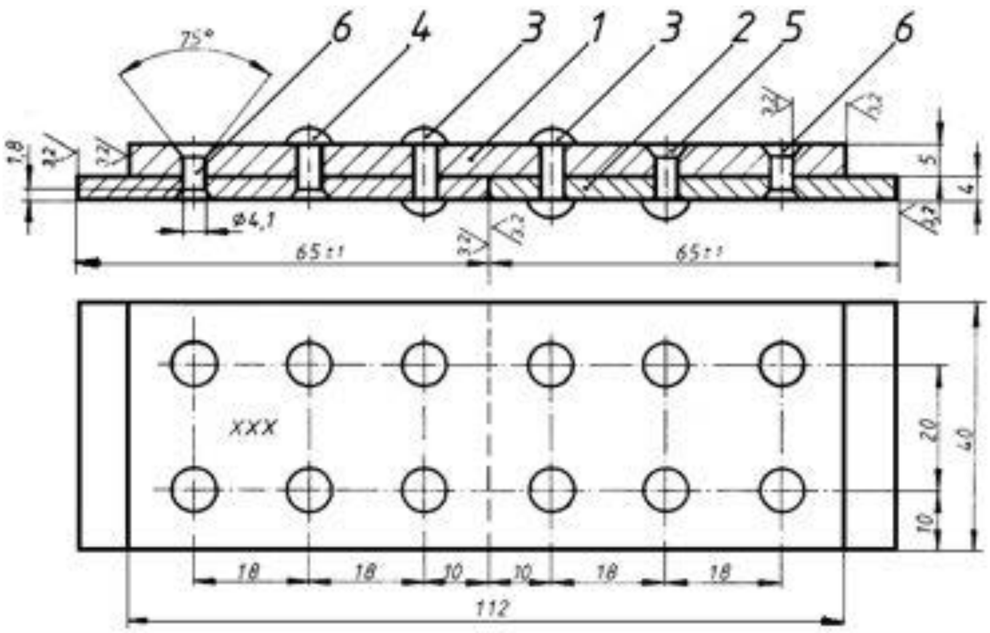
Memersing dan membersihkan lubang keling.Sebelum di keling, semua lubang harus bebas serpih.Untuk menghilangkan serpih, pakai persing 90°.Persing 75° untuk membuat dudukan kepala kelingtirus.



Keselamatan Kerja:

- Alat dan bahan harus bebas dari serpihan-serpihan
- Landasan keling di jepit dengan kuat pada ragum
- Palu harus kokoh pada tangkainya
- Hindari luka lecet karena pukulan
- Kenakan kaca mata terutama pada saat mengebor.

Gambar Kerja:





KEGIATAN BELAJAR 3

Gambar Teknik Elektronika

A. Tujuan Pembelajaran

1. Memahami macam-macam symbol.
2. Memahami teknik gambar rangkaian elektronika analog dan digital berdasarkan standar internasional.
3. Memahami teknik gambar board rangkaian tercetak (PCB) lapis tunggal (single layer) berdasarkan diagram rangkaian.

B. Uraian Materi

1. Macam-macam simbol.
2. Teknik gambar rangkaian elektronika analog dan digital berdasarkan standar internasional.
3. Teknik gambar board rangkaian tercetak (PCB) lapis tunggal (single layer) berdasarkan diagram rangkaian.

C. Alokasi Waktu

36 jam pelajaran

D. Metode Pembelajaran

Teori dan Praktek

E. Media pembelajaran

- PC/Notebook
- Windows 7
- Eagle software



KEGIATAN 1:

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

⇒ Mengenal dan memahami simbol-simbol listrik dan elektronik pada pembuatan PCB dengan standar internasional

⇒ Mengenal dan memahami simbol komponen pasif elektronika

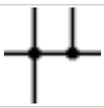
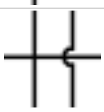
⇒ Mengenal dan memahami simbol komponen aktif elektronika

3.1 Memahami Macam-macam Simbol

Gambar skematik rangkaian adalah peta untuk mendisain, membuat dan mencari kesalahan rangkaian.Pemahaman bagaimana untuk membaca dan mengikuti alur skematik adalah keterampilan sangat penting bagi seseorang yang bergelut dibidang elektronika. Sesiini mengantar anda untuk dapat memahami skematik rangkaian secara penuh, yang akan di awali dengan pemahaman tentang symbol-simbol dasar skematik elektronik.

3.1.1 Macam-macam Simbol Penghubung

Beberapa komponen listrik akan terpasang pada sebuah rangkaian, penghubung antara kaki-kaki masing-masing komponen menggunakan sebuah garis< seperti ditunjukkan pada table dibawah ini:

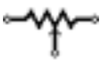
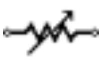
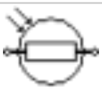
Simbol	Nama Komponen	Arti
	Electrical Wire	Penghubung arus listrik
	Connected Wires	Percabangan penghubung
	Not Connected Wires	Penghubung yang tidak tersambung



3.1.2 Macam-macam Simbol Resistor

Resistor adalah komponen elektronik dua kutub yang didesain untuk menahan arus listrik dengan memproduksi tegangan listrik di antara kedua kutubnya, nilai tegangan terhadap resistansi berbanding dengan arus yang mengalir, berdasarkan hukum Ohm. Resistor digunakan sebagai bagian dari rangkaian elektronik dan merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan.Resistor dapat dibuat dari bermacam-macam kompon dan film, bahkan kawat resistansi (kawat yang dibuat dari paduan resistivitas tinggi seperti nikel-kromium).

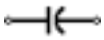
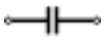
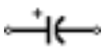
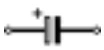
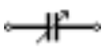
Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat dihantarkan.

Simbol	Nama Komponen	Arti
	Resistor (IEEE)	Resistor.
	Resistor (IEC)	
	Potentiometer (IEEE)	Adjustable resistor - 3 terminal.
	Potentiometer (IEC)	
	Variable Resistor / Rheostat(IEEE)	Adjustable resistor - 2 terminal.
	Variable Resistor / Rheostat(IEC)	
	Trimmer Resistor	Resistor trimer
	Thermistor	Thermal resistor – resistansi berubahbila temperatur berubah
	Photoresistor / Light dependent resistor (LDR)	Photoresistor - resistansi berubahbilacahayaberubah



3.1.3 Macam-macam Simbol Kapasitor

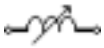
Kapasitor atau sering disebut sebagai kondensator adalah suatu alat yang dapat menyimpanenergi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kondensator memiliki satuan yang disebut Farad dari namaMichael Faraday.Kondensator diidentikkan mempunyai dua kaki dan dua kutub yaitu positif dan negatif serta memiliki cairan elektrolit dan biasanya berbentuk tabung.Sedangkan jenis yang satunya lagi kebanyakan nilai kapasitasnya lebih rendah, tidak mempunyai kutub positif atau negatif pada kakinya, kebanyakan berbentuk bulat pipih berwarna coklat, merah, hijau dan lainnya seperti tablet atau kancing baju.

Simbol	Nama Komponen	Arti
	Capacitor	Kapasitor yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik. Itu bekerja sebagai rangkaian hubung pendek bila dialiri arus AC dan terbuka bila dialiri arus DC.
	Capacitor	
	Polarized Capacitor	Kapasitor electrolit
	Polarized Capacitor	
	Variable Capacitor	Kapasitansiyang bias diatur

3.1.4 Macam-macam Simbol Induktor

Sebuah induktor atau reaktor adalah sebuah komponen elektronika pasif (kebanyakan berbentuk torus) yang dapat menyimpan energi pada medan magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melintasinya. Kemampuan induktor untuk menyimpan energi magnet ditentukan oleh induktansinya, dalam satuan Henry. Biasanya sebuah induktor adalah sebuah kawat penghantar yang dibentuk menjadi kumparan, lilitan membantu membuat medan magnet yang kuat di dalam kumparan dikarenakan hukum induksi Faraday. Induktor adalah

salah satu komponen elektronik dasar yang digunakan dalam rangkaian yang arus dan tegangannya berubah-ubah dikarenakan kemampuan induktor untuk memproses arus bolak-balik.

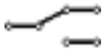
Simbol	Nama Komponen	Arti
	Inductor	Coil / solenoid yang menghasilkan medan magnet
	Iron Core Inductor	Inti besi
	Variable Inductor	

3.1.5 Macam-macam Simbol Sakelar dan Relay

Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk menyambung atau pemutus aliran listrik.Selain untuk jaringan listrik arus kuat, saklar berbentuk kecil juga dipakai untuk alat komponen elektronikaarus lemah.Secara sederhana, saklar terdiri dari dua bilah logam yang menempel pada suatu rangkaian, dan bisa terhubung atau terpisah sesuai dengan keadaan sambung (on) atau putus (off) dalam rangkaian itu.

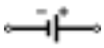
Relai adalah suatu peranti yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan seperangkat kontak sakelar.Susunan paling sederhana terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililit pada inti besi. Bila kumparan ini dienergikan, medan magnet yang terbentuk menarik armatur berporos yang digunakan sebagai pengungkit mekanisme sakelar.



Simbol	Nama Komponen	Arti
	SPST Toggle Switch	Memutus arus ketika terbuka
	SPDT Toggle Switch	Pilihan antara dua hubungan
	Pushbutton Switch (N.O)	Tombol - normally open
	Pushbutton Switch (N.C)	Tombol - normally closed
	DIP Switch	DIP switch digunakan untuk konfigurasi pada PCB
	SPST Relay	Relay hubungan terbuka atau tertutupoleh electromagnet
	SPDT Relay	
	Jumper	Hubungan tertutup olehpin jumper.
	Solder Bridge	Solder untuk menutup hubungan

3.1.6 Macam-macam Simbol Sumber Tegangan

Pencatu Daya (power supply) adalah sebuah piranti elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk piranti lain, terutama daya listrik. Pada dasarnya pencatu daya bukanlah sebuah alat yang menghasilkan energi listrik saja, namun ada beberapa pencatu daya yang menghasilkan energi mekanik, dan energi yang lain.

Simbol	Nama Komponen	Arti
	Voltage Source	Pembangkit tegangan
	Current Source	Pembangkit arus
	AC Voltage Source	Pembangkit tegangan AC
	Generator	Tegangan lidtrik yang dibangkitkan oleh putaran mekanis dari generator
	Battery Cell	Pembangkit tegangan konstan
	Battery	
	Controlled Voltage Source	Membangkitkan tegangan sebagai fungsi dari tegangan atau arus dari elemen rangkaian lain
	Controlled Current Source	Membangkitkan arus sebagai fungsi dari tegangan atau arus dari elemen rangkaian lain



3.1.7 Macam-macam Simbol Alat Ukur

Alat ukur adalah alat yang digunakan untuk mengukur benda atau kejadian tersebut.Alat ukur listrik adalah untuk mengukur kejadian listrik.Amperemeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat aruslistrik yang ada dalam rangkaian tertutup.Amperemeter biasanya dipasang berderet dengan elemenlistrik.ara menggunakannya adalah dengan menyisipkan amperemeter secara langsung ke rangkaian.Voltmeter adalah alat/perkakas untuk mengukur besar tegangan listrik dalam suatu rangkaian listrik.Voltmeter disusun secara paralel terhadap letak komponen yang diukur dalam rangkaian.

Simbol	Nama Komponen	Arti
	Voltmeter	Pengukur tegangan, terhubung paralel.
	Ammeter	Pengukur arus, terhubung seri.
	Ohmmeter	Pengukur resistansi
	Wattmeter	Pengukur daya

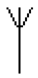
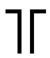
3.1.8 Macam-macam Simbol Lampu

Lampu adalah sebuah peranti yang memproduksi cahaya.Kata "lampu" dapat juga berarti bola lampu.Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanas dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi.Lampu pijar dipasarkan dalam berbagai macam bentuk dan tersedia untuk tegangan (voltase) kerja yang bervariasi dari mulai 1,25 volt hingga 300 volt.

Simbol	Nama Komponen	Arti
	Lamp / light bulb	Menghasilkan cahaya bila dialiri arus listrik
	Lamp / light bulb	
	Lamp / light bulb	

3.1.9 Macam-macam Simbol Antena

Sebuah antena adalah bagian vital dari suatu pemancar atau penerima yang berfungsi untuk menyalurkan sinyal radio ke udara.Bentuk antena bermacam macam sesuai dengan desain, pola penyebaran dan frekuensi dan gain.Panjang antenna secara efektif adalah panjang gelombang frekuensi radio yang dipancarkannya.Antenna setengah gelombang adalah sangat poluler karena mudah dibuat dan mampu memancarkan gelombang radio secara efektif.

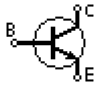
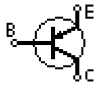
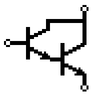
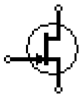
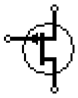
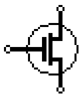
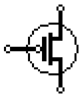
Simbol	Nama Komponen	Arti
	Antenna / aerial	Memancarkan dan menerima gelombang radio
	Antenna / aerial	
	Dipole Antenna	Antena sederhana dua kawat

3.1.10 Macam-macam Simbol Transistor

Transistor adalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (switching), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya.Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tegangan inputnya (FET), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya.

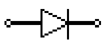
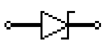
Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal, yaitu Basis (B), Emitor (E) dan Kolektor (C). Tegangan yang di satu terminalnya misalnya Emitor dapat dipakai untuk mengatur arus dan tegangan yang lebih besar daripada arus input Basis, yaitu pada keluaran tegangan dan arus output Kolektor.

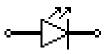
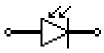


Simbol	Nama Komponen	Arti
	NPN Bipolar Transistor	Melalukan arus listrik bila potensial tinggi pada basis
	PNP Bipolar Transistor	Melalukan arus listrik bila potensial rendah pada basis
	Darlington Transistor	Dibuat dari 2 transistor bipolar. Mempunyai penguatan total dari masing-masing penguatan.
	JFET-N Transistor	Transistor efek medan kanal N
	JFET-P Transistor	Transistor efek medan kanal P
	NMOS Transistor	Transistor MOSFET kanal N
	PMOS Transistor	Transistor MOSFET kanal P

3.1.11 Macam-macam Simbol Dioda

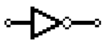
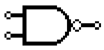
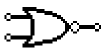
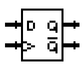
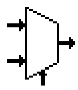
Diode adalah komponen aktif dua kutub yang pada umumnya bersifat semikonduktor, yang memperbolehkan arus listrik mengalir ke satu arah (kondisi panjar maju) dan menghambat arus dari arah sebaliknya (kondisi panjar mundur).Diode dapat disamakan sebagai fungsi katup di dalam bidang elektronika.Diode sebenarnya tidak menunjukkan karakteristik kesearahan yang sempurna, melainkan mempunyai karakteristik hubungan arus dan tegangan kompleks yang tidak linier dan seringkali tergantung pada teknologi atau material yang digunakan serta parameter penggunaan.Beberapa jenis diode juga mempunyai fungsi yang tidak ditujukan untuk penggunaan penyearahan.

Simbol	Nama Komponen	Arti
	Diode	Dioda melalukan arus listrik hanya dalam satu arah(kiri-kanan)
	Zener Diode	Melalukan arus listrik dalam satu arah, tetapi juga dapat mengalir pada arah sebaliknya apabila tegangan diatas tegangan breakdown

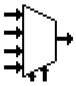
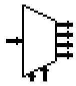
	Schottky Diode	Dioda Schottky adalah sebuah diode dengan drop tegangan rendah
	Varactor / Varicap Diode	diode kapasitansi yang berubah-ubah
	Light Emitting Diode (LED)	LED menghasilkan cahaya bila dilalui arus listrik
	Photodiode	Photodiode akan melalukan arus listrik bila terkena cahaya

3.1.12 Macam-macam Simbol Gerbang Logika

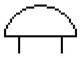
Gerbang logika atau gerbang logik adalah suatu entitas dalam elektronika dan matematika Boolean yang mengubah satu atau beberapa masukan logik menjadi sebuah sinyal keluaran logik. Gerbang logika terutama diimplementasikan secara elektronis menggunakan diode atau transistor, akan tetapi dapat pula dibangun menggunakan susunan komponen-komponen yang memanfaatkan sifat-sifat elektromagnetik (relay), cairan, optik dan bahkan mekanik.

Imbol	Nama Komponen	Arti
	NOT Gate (Inverter)	Output 1 bila input 0
	AND Gate	Output 1 bila kedua input 1.
	NAND Gate	Output 0 bila kedua input 1. (NOT + AND)
	OR Gate	Output 1 bila salah satu input 1.
	NOR Gate	Output 0 bila salah satu input 1. (NOT + OR)
	XOR Gate	Output 1 bila input berbeda. (Exclusive OR)
	D Flip-Flop	Menyimpan satu bit data
	Multiplexer / Mux 2 to 1	Menghubungkan output ke input yang dipilih



	Multiplexer / Mux 4 to 1	
	Demultiplexer / Demux 1 to 4	Menghubungkan output yang dipilih ke input

3.1.13 Macam-macam Simbol Lain

Simbol	Nama Komponen	Arti
	Motor	Motor listrik
	Transformer	Pengubah tegangan AC dari tinggi ke rendah atau rendah ke tinggi
	Electric bell	Berbunyi bila dialiri arus listrik
	Buzzer	Menghasilkan suara bel
	Fuse	Fuse terputus bila arus yang mengalir melewati batas putus. Digunakan untuk melindungi rangkaian dari arus tinggi
	Fuse	
	Bus	Terdiri dari beberapa jalur penghubung. Biasanya untuk data / alamat
	Bus	
	Bus	
	Optocoupler / Opto-isolator	Optocoupler mengisolasi hubungan ke rangkaian lainnya
	Loudspeaker	Mengkonversi sinyal listrik menjadi gelombang suara
	Microphone	Mengkonversi gelombang suara menjadi sinyal listrik



	Operational Amplifier	Penguat sinyal input
	Schmitt Trigger	Beropersi dengan hyterisis untuk mengurangi noise
	Analog-to-digital converter (ADC)	Mengkonversi sinyal analog menjadi bilangan digital
	Digital-to-Analog converter (DAC)	Mengkonversi bilangan digital menjadi sinyal analog
	Crystal Oscillator	Digunakan untuk membangkitkan sinyal clock frekuensi yang tepat



Rangkuman

Beberapa komponen listrik akan terpasang pada sebuah rangkaian, penghubung antara kaki-kaki masing-masing komponen menggunakan sebuah garis

Jenis-jenis komponen elektronika diantaranya

Resistor, Kapasitor, Induktor, Saklar, Relay, Pencatu Daya (Power Supply), Antena, Transistor, Dioda dan Gerbang Logika.

Beberapa simbol lain yang juga sering digunakan dalam menggambar rangkaian elektronika adalah motor, transformer, fuse, opto coupler/opto isolator, operational amplifier, schmit trigger dan sebagainya.

Tugas

Masing-masing peserta didik memilih salah satu komponen maupun pendukung yang digunakan untuk kerja teknik pembuatan PCB.Mengamati dan diskusikansimbol komponen tersebut dan hasil pengamatan dideskripsikan dalam laporan pengamatan.

Test Formatif

1. Sebutkan dan gambarkan macam-macam resistor!
2. Sebutkan dan gambarkan macam-macam transistor!



Lembar Kerja Peserta Didik

Jawab :



KEGIATAN 2 :

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

⇒ Memahami teknik gambar elektronika

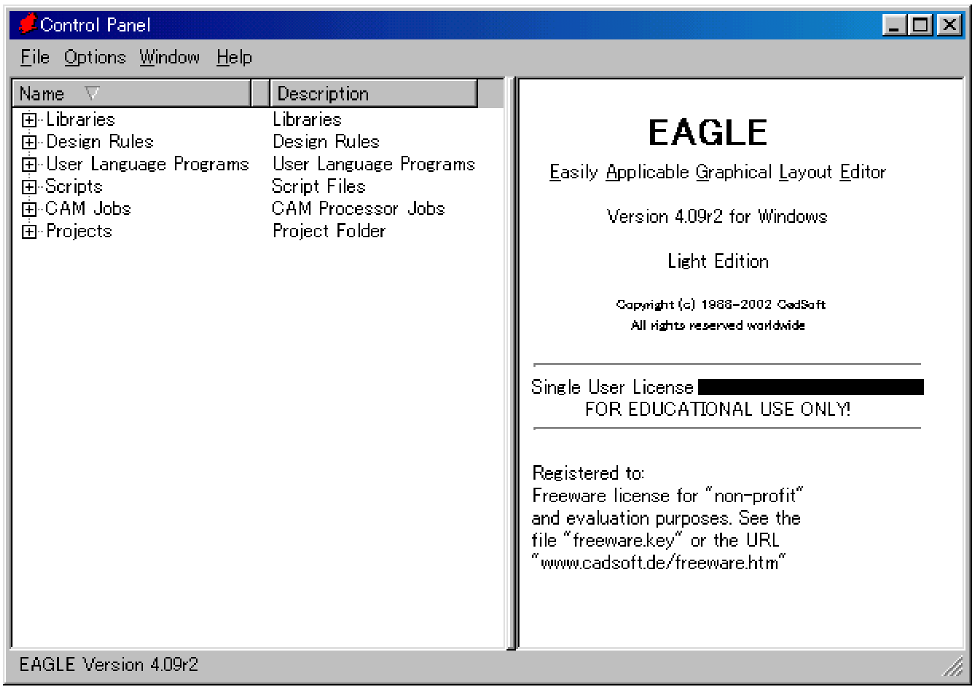
⇒ Memahami penggunaan software EAGLE untuk membuat PCB

⇒ Memahami desain rangkaian untuk membuat PCB

3.2 Memahami teknik gambar rangkaian elektronika

3.2.1 Memulai Program Pembuat Skematik Rangkaian Elektronika EAGLE

Pada saat program EAGLE diaktifkan, maka akan kotak berikut ini akan ditampilkan.

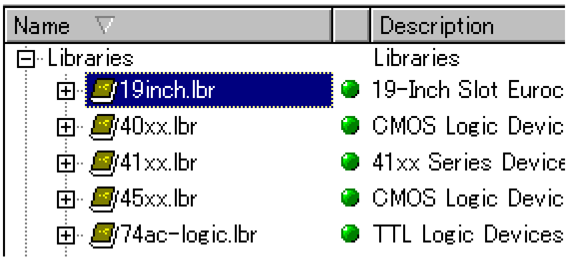


Sebuah panel kontrol seperti gambar di atas ditampilkan ketika memulai EAGLE. Sebuah menu akan ditampilkan di jendela di sebelah kiri.

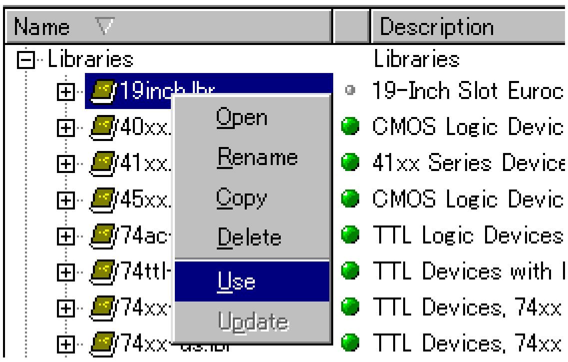
3.2.1.1 Library

Banyak data bagian terdaftar di Perpustakaan. Anda dapat merujuk pada isi yang terdaftar ketika Anda mengklik tanda +. Library ini digunakan saat membuat skematik.Dalam hal ini, library disebut dari jendela skematik.Panel kontrol dapat melakukan kontrol yang efektif dan tidak valid dari library.

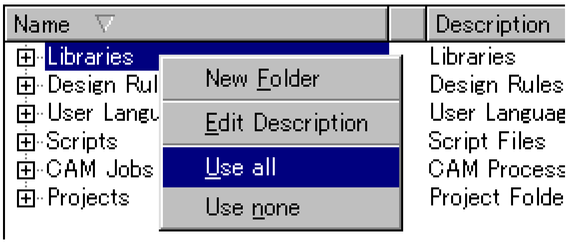
Sebuah layar seperti kiri ditampilkan saat membuka Library.Hal yang penting adalah tanda hijau.Tanda ini menunjukkan kondisi yang dapat digunakan Library.



Jumlah library sangat besar.Hal ini menjadi rumit ketika membuat semua efektif. Dalam hal ini, library dapat dibuat tidak valid ketika menghapus tanda centang dari "Gunakan" dengan menu yang ditampilkan dengan mengklik kanan nama Library. Saat menghilangkan tanda cek dari "Gunakan", tanda hijau berubah menjadi lingkaran kecil berwarna abu-abu.



Ketika membuat semua library dapat digunakan, ia memilih "Gunakan semua" dari menu yang ditampilkan dengan mengklik kanan sebuah library dari Control Panel. Semua library menjadi berguna dengan ini.Namun, dengan operasi ini, library yang dibuat tidak perlu digunakan menjadi suatu kondisi yang dapat digunakan.Perhatian diperlukan.



3.2.1.2 Aturan desain

Desain aturan adalah aturan ketika menggambar pola seperti ketebalan, interval garis, ukuran pad instalasi bagian ketika membuat desain pola otomatis.Mereka dapat diatur dengan menu ini.

3.2.1.3 Bahasa Program User

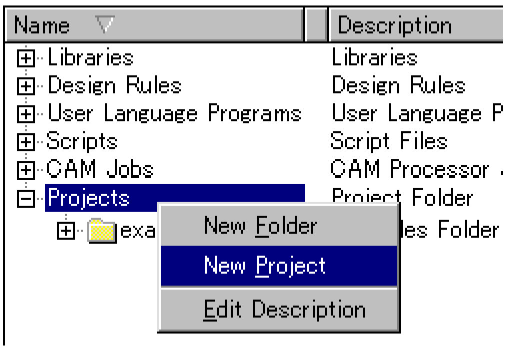
Berbagai alat program yang terkandung dalam menu ini.Alat daftar bagian ini akandigunakan padaskematik, dapat ditampilkan.

3.2.2 Project

Dalam EAGLE, konsep, project, digunakan pada kesempatan menciptakan sebuah pola. Data dari skematik, situasi kerja dan sebagainya yang terkandung dalam projecttersebut.Ketika membuat pola, projectharus dibuat terlebih dahulu.Sebuah pola dibuat dengan membuat skematik dalam project.Sebuah projectyang dibuat ditambahkan ke menu ini.Jadi, perubahan ke projectlain pekerjaan dilakukan dari menu ini.

3.2.2.1 Persiapan Project

Untuk menghasilkan pola masker untuk board tercetak secara otomatis oleh EAGLE, projectharus diciptakan.



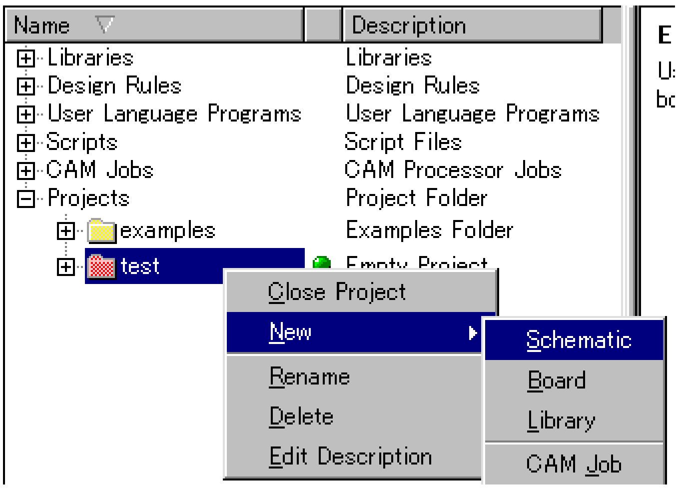
Pilih sebuah projectdengan panel kontrol dan pilih "New Project" dari menu yang ditampilkan dengan klik kanan.



Sebuah folder projectbaru dibuat dalam proyek ini.Mengatur namaproject.Dalam contoh ini, ditetapkan "test" sebagai namaproject.Nama dapat diubah kemudian. Nama dapat diubah dengan memilih "Rename" dari menu yang ditampilkan dengan klik kanan. Ketika projectini bekerja, tidak mungkin untuk mengubah nama. Dalam hal ini, pilih "Close Project" dari menu yang ditampilkan dengan klik kanan.Ketika sebuah projectditutup, tanda hijau berubah menjadi tanda abu-abu kecil.Dalam kondisi ini, namaprojectdapat diubah.

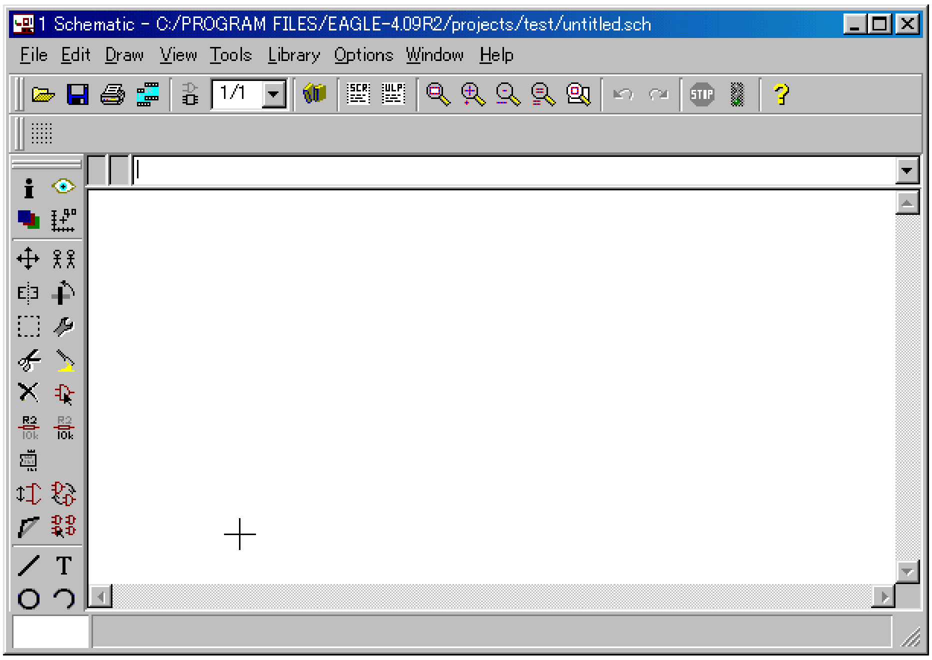
3.2.2.2 Membuat sebuah file skematik

File untuk menggambar skematik yang harus dilakukan setelah membuat sebuah project.

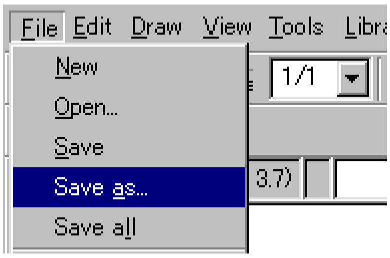


Pilih "New" dari menu yang ditampilkan dengan mengklik kanan proyek dan pilih "Skematic".





Dengan operasi di atas, jendela untuk menggambar skematik yang baru ditampilkan.Dalam kondisi ini, file yang sebenarnya belum dibuat.

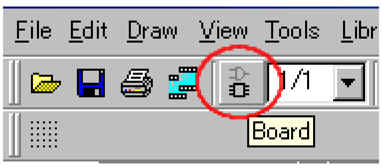


Pilih menu File dan pilih "Save as ...". File ini dibuat dengan operasi ini.

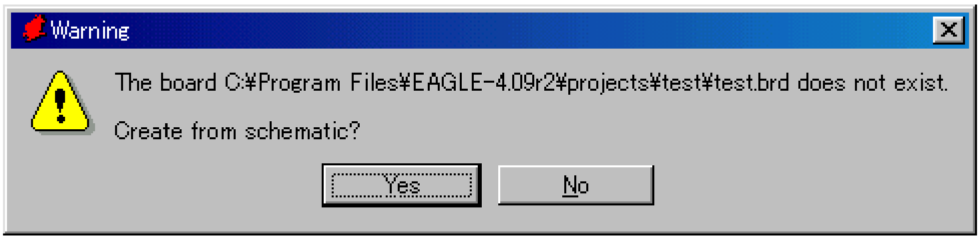
3.2.2.3 Membuat sebuah file board

Dalam proyek tersebut, berkas lain yang penting harus dibuat. Ini adalah file yang disebut board untuk menggambar pola masker untuk board tercetak. File boarddapat dibuat setelah menggambar skematik. Skematik dan board bekerja di bersama-sama.Ketika menambahkan part untuk skematik, part ditambahkan ke board, juga.Jadi, ketika menggambar skematik, perlu untuk menjaga board kondisi selalu terbuka.

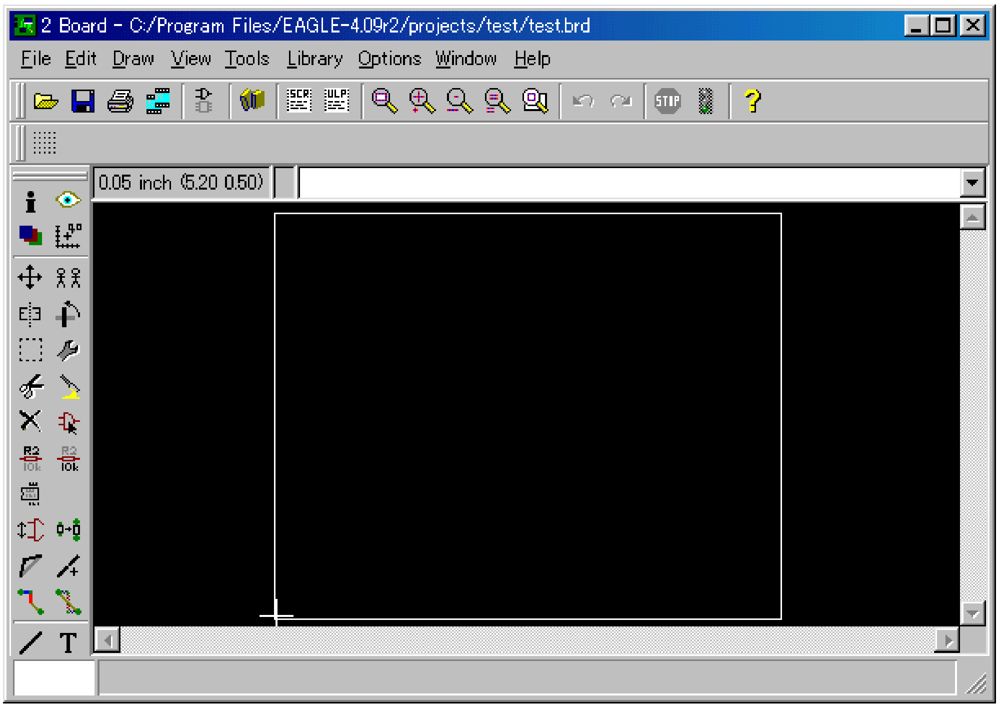
Board dapat dibuat dengan mengklik icon "Board" di jendela skematik.



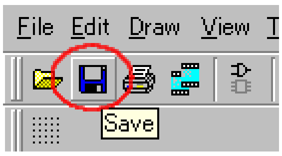
Bila board belumdibuat, maka muncul dialog berikut.



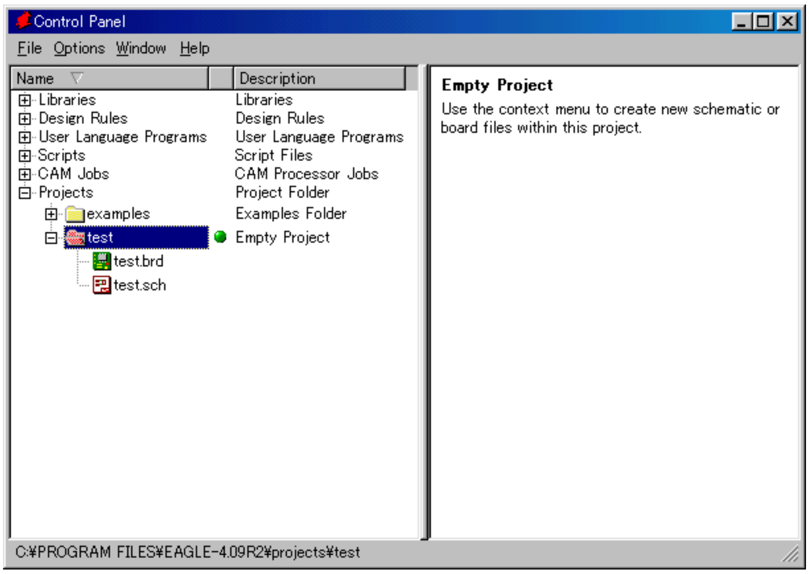
Sebuah file board dibuat dengan menekan tombol "Yes". Nama file yang sama seperti file skematik. Tapi, ekstensi ".brd".



Setelah window board ditampilkan.Dalam kondisi ini, file yang sebenarnya belum dibuat.



Sebuah file board dibuat dengan mengklik ikon "Save" di jendela board. Keberadaan file skematik dan file board dapat dikonfirmasi oleh proyek "test" dari panel kontrol.


Control Panel
File Options Window Help
Name
Description
Libraries
Libraries
Design Rules
Design Rules
User Language Programs
User Language Programs
Scripts
Script Files
CAM Jobs
CAM Processor Jobs
Projects
Project Folder
examples
Examples Folder
test
Empty Project
test.brd
test.sch
Empty Project
Use the context menu to create new schematic or board files within this project.
C:¥PROGRAM FILES¥EAGLE-4.09R2¥projects¥test



Rangkuman

- Software EAGLE digunakan untuk mendesain rangkaian elektronika hingga menjadi PCB.
- Desain aturan membuat PCB harus memperhatikan aturan ketikamenggambar pola seperti ketebalan, interval garis dan ukuran pad instalasi.
- Library merupakan tempat untuk merujuk daftar komponen yang akan digunakan saat membuat skematik.

Tugas

Masing-masing peserta didik memilih salah satu komponen maupun pendukung yang digunakan untuk kerja teknik pembuatan PCB. Mengamati dan diskusikan simbol komponen tersebut dan hasil pengamatan dideskripsikan dalam laporan pengamatan.

Test Formatif

Buatlah langkah-langkah untuk menjalankan software EAGLE seperti pada tutorial di atas dan masukan beberapa komponen elektronika pasif seperti resistor, kapasitor dan induktor pada lembar kerja.



Lembar Kerja Peserta Didik

Jawab :

KEGIATAN 3 :

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

⇒ Memilih komponen dan memasukan pada lembar kerja EAGLE

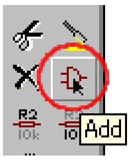
⇒ Merangkai desain skematik pada lembar kerja EAGLE

⇒ Menetapkan spesifikasi komponen berdasar nilai dan nama tiap komponen pada EAGLE.

3.2.3 Memilih Part pada Skematik

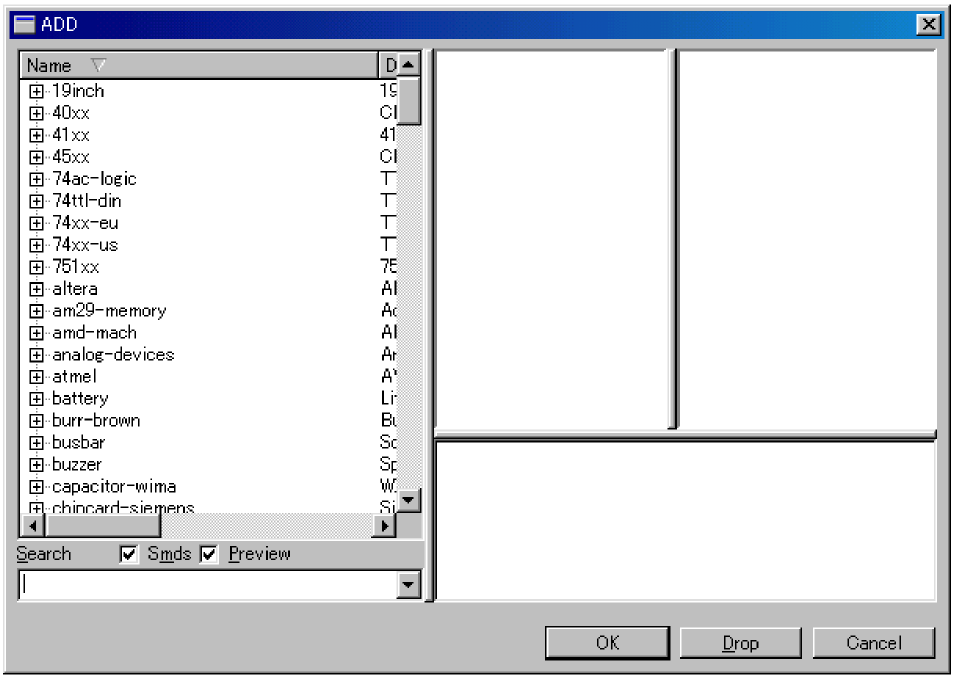
Untuk membuat pola mask board tercetak, skematik harus digambarkan. Part yang digunakan dengan skematik yang dipilih dari satu yang terdaftar di library.Data part yang diperlukan untuk menggambar pola sebagai simbol skematik, bentuk, susunan pin dari parttersebut, dan sebagainya, yang terkandung di library. Ketika partuntuk akan digunakan tidak terdaftar di library, perlu untuk mencari partyang sama atau membuatnya. Dalam kasus ini, pekerjaan pemilihan partbermasalah. Semua partyang digunakan saat ini adalah memilih dari library standar

3.2.3.1 Jendela Penambah Part



Untuk menambahkan part untuk skematik, klik "ADD" tombol yang diletakkan di sisi kiri di jendela skematik.

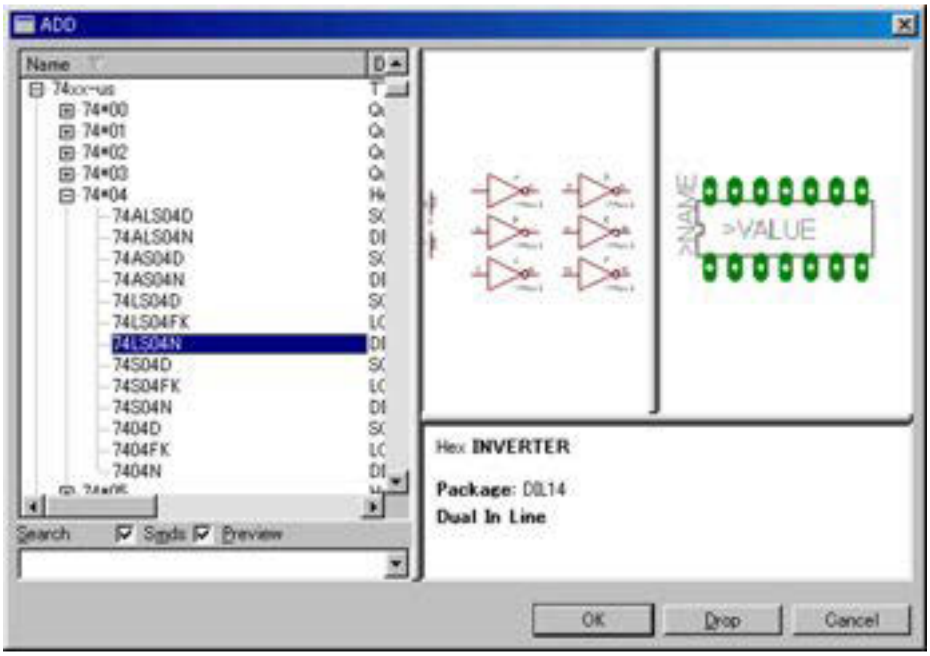
Dengan operasi ini, setelah jendela penambahan part ditampilkan



Nama yang ditampilkan dalam kolom Nama adalah isi yang terdaftar di library.

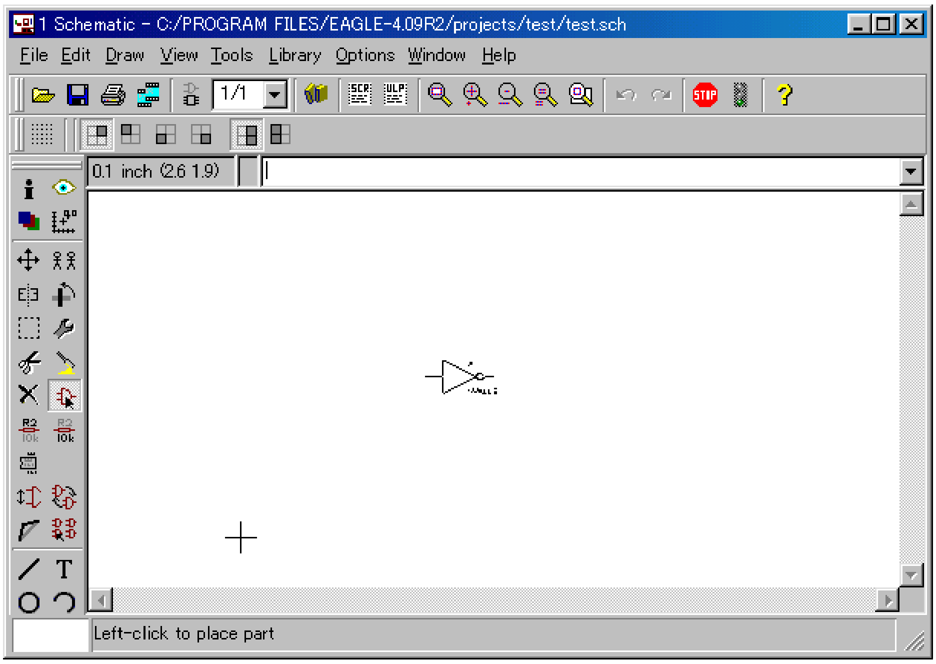
3.2.3.2 Penambahan Part (Add)

Inverter(7404) akan ditempatkan padaskematikpertama. Kliktanda"+" pada 74xx danmunculdaftarpartdan74LS04Ndipilih darikelompok 74*04.





Part ini dipilih ketika menekan tombol "OK".Jangan menekan "Drop". Ketika menekan tombol "Drop", part ini dihapus dari daftar. Ketika telah salah menekan tombol "Drop", maka harus membuka "library" dari panel kontrol, dan klik part yang telah jatuh di sebelah kanan dan itu membuat "Use".



Ketika tombol OK ditekan, part ditampilkan pada skematik.Dalam kondisi ini, part bergerak sesuai gerakan mouse.Penekanan tombol kiri mouse ke posisi penempatan part.Posisi part nanti dapat diubah.Part ini dapat diletakkan secara terus menerus.Ketika menempatkan satu, menjadi mode untuk menempatkan part selanjutnya.Enam inverter disimpan di 74LS04.Kali ini, dua elemen yang digunakan.Namun, peletakan semua enam inverter padaskematik.

3.2.3.3 Pembatalan Fungsi (Cancel)

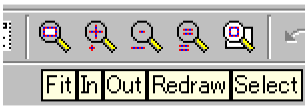


Untuk membatalkan penambahan part, dilakukan dengan menekan tombol ESC atau menekan fungsi “Cancel” dalam jendela skematik. Bila tombol ESC ditekan, jendela penambahan part muncul kembali dan dapat memilih part yang lain secara langsung.

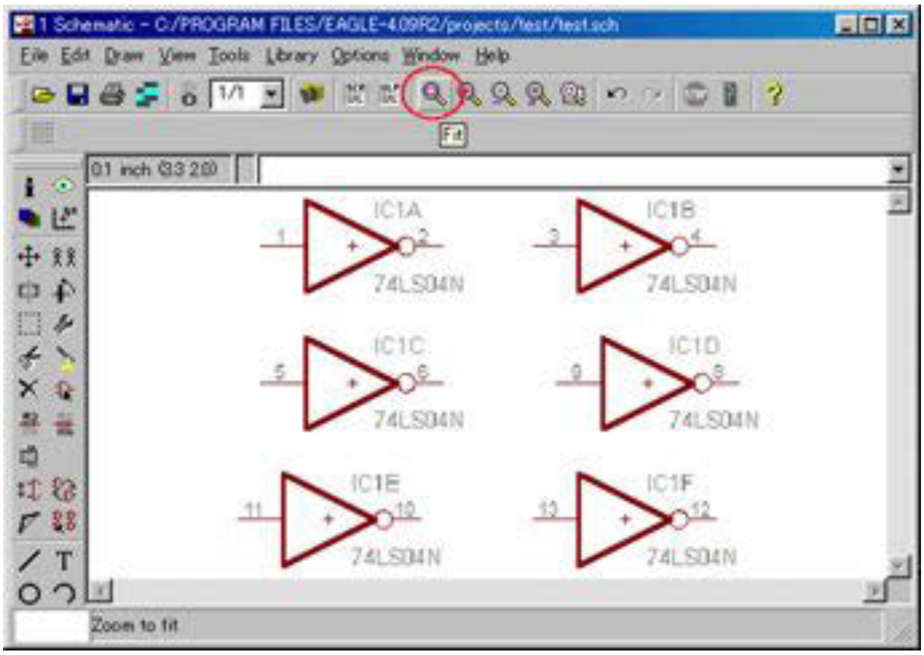


3.2.3.4 Menampilkan Pengaturan Layar

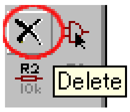
Bila part yang ditampilkan pada skematik terlalu kecil, penekanan tombol "Fit", memungkinkan untuk membuat sebuah rangkaian akan sesuaidengan jendela.



Fit : Membuat sebuak gambar skematik fit diarea jendela.
In : Memperbesar gambar skematik. Pusat jendela diperbesar.
Out : Memperkecil gambar skematik. Pusat jendela diperkecil.
Redraw : Menggambar ulang skematik..
Select : Memperbesar gambar skematik dengan drag dan pemilihan part yang ingin di drag atau dipilih, setelah penekanan tombol ini.



3.2.3.5 Menghapus Part (Delete)



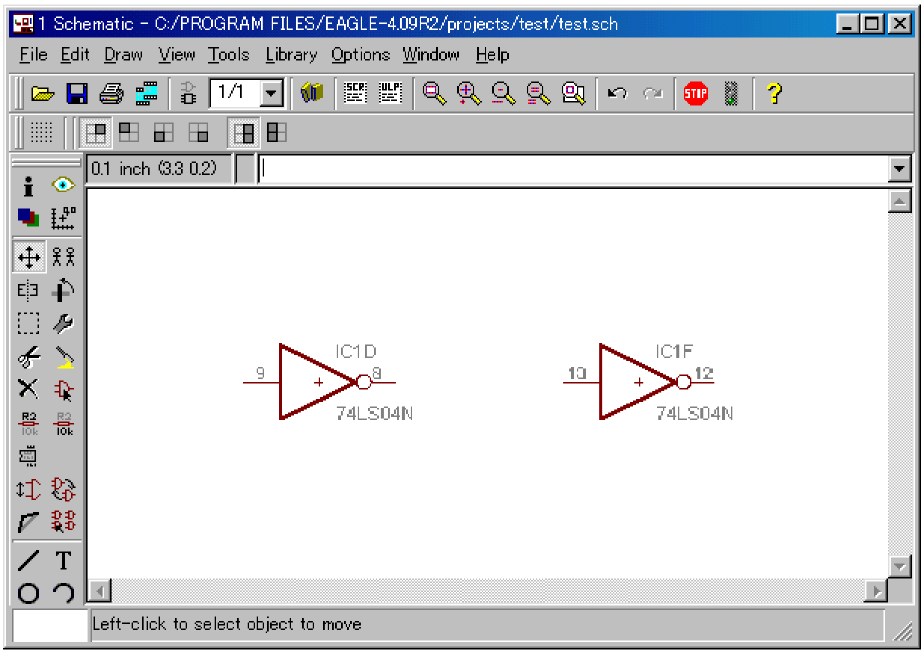
Part yang telah digambar pada skematik dapat dihapus dengan menekan tombol "Delete". Setelah penekanan tombol ini, akan menghapus part apabila klik pada part yang akan dihapus.



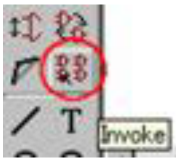
3.2.3.6 Memindahkan Part (Move)



Ketika memindahkan part yang telah diletakan pada skematik, gunakan tombol “Move”.Perpindahan dengan mouse dilakukan dengan menekan part setelah menekan tombol “Move”. Part terletak fix bila diklik sekali lagi setelah menggerakkan maus ke posisi yang diinginkan. Untuk menghentikan fungsi pemindahan, klik tombol “Cancel”.



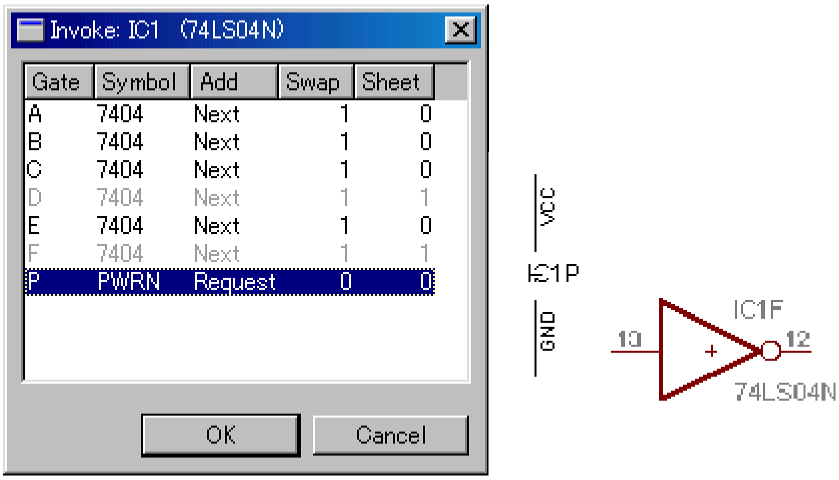
3.2.3.7 Penambahan Terminal Tegangan dan Ground (Invoke)

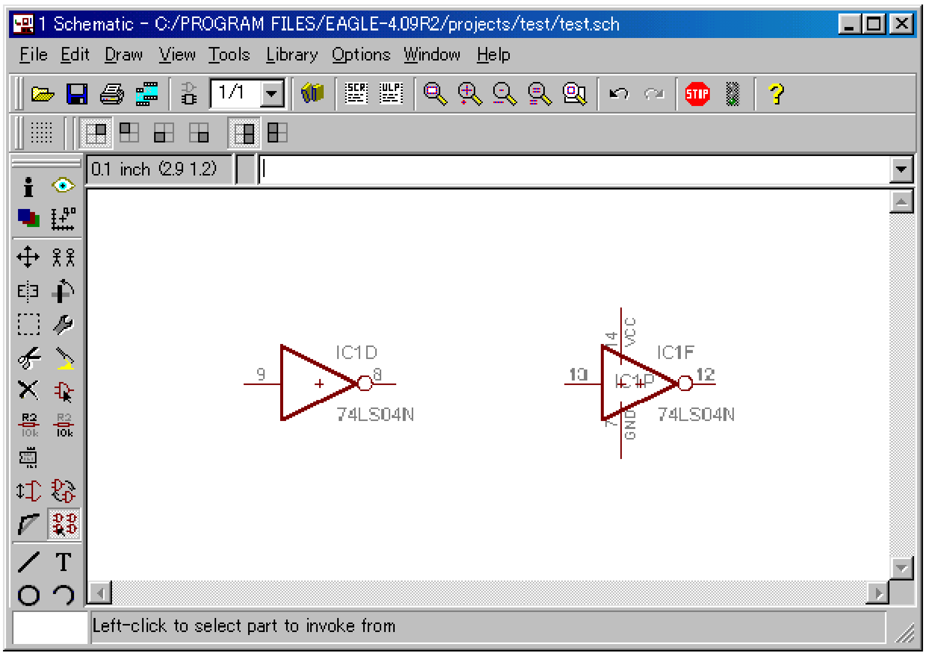


Inverter membutuhkan pengawatan untuk tegangan dan ground.Penambahan part dilakukan oleh tombol “Add”, itu memungkinkan untuk memilih elemen tetapi itu tidak dapat memilih terminal tegangan dan ground.Tombol “Invoke” digunakan untuk penambahan terminal tegangan dan ground. Ketika penekanan



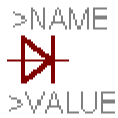
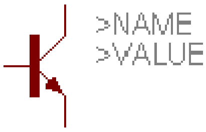
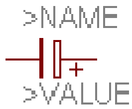
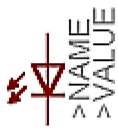
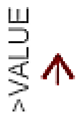
tombol “Invoke” dan mengklik sebuah elemen inverter pada skematik, keadaan dari piranti akan ditampilkan. Tabel ini, menampilkan elemen yang tidak digunakan pada piranti.Karena elemen-elemen D dan H sudah digunakan pada skematik, itu tidak mungkin dipilih.P adalah terminal tegangan dan ground. Bila menekan tombol “Ok”, terminal tegangan dan grounding muncul padaskematik dan itu digerakkan dengan mouse. Posisi terminal nanti dapat diubah.Saat ini, itu diletakkan pada IC1F. Itu tidak butuh untuk menumpang terminal dan elemen ini. Untuk menghentikan fungsi penambahan dengan menekan tombol “Cancel”.

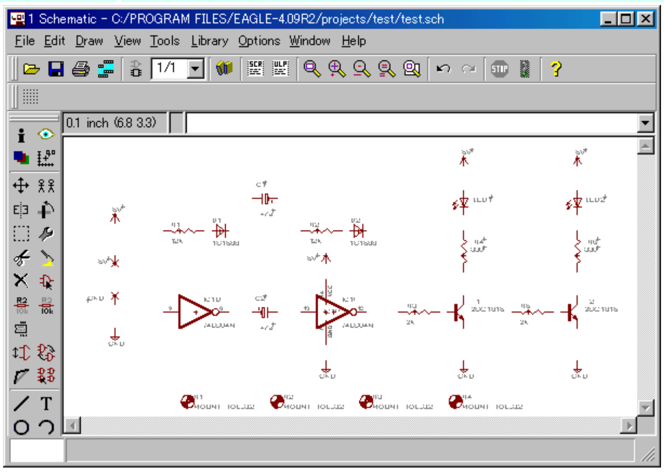






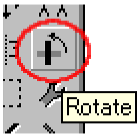
Penambahan lain pada skematik adalah part-part berikut ini :

Parts	Library	N	Circuit symbol
Diode	descrete > DIODE-2,5 Interval kaki 0.1-inch digunakan untuk dipasang vertikalcinterval of the lead wire is used to mount a part vertical.	2	
Transistor	transistor-small-signal > BC639 The data which has the same position of the lead wire as 2SC1815 with NPN type is used.	2	
Resistor	descrete > RESUS-S2,5 The data which has 0.1-inch interval of the lead wire is used to mount a part vertical.	6	
Electrolytic Capacitor	descrete > ELC-2,5L The data that a part size was considered is used.	2	
LED	led > LED > LED5MM LED data with 5-mm diameter is used.	2	
Terminal	wirepad > 2,54/1,1 The terminal data to connect a power is used.	2	
+5V	supply1 > +5V The data which shows a +5V power is used.	4	
GND	supply2 > GND The data which shows a ground is used.	4	
Hole	holes > MOUNT-HOLE > MOUNT-HOLE3.2 The 3.2-mm hole data to install a printed board is used.	4	





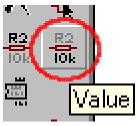
3.2.3.8 Memutar Part (Rotate)



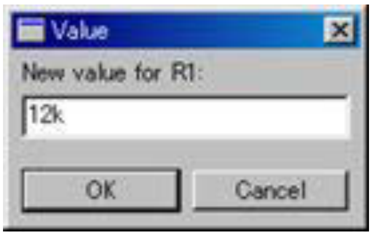
Untuk mengganti arah part, gunakan tombol “Rotate”. Setelah tombol rotate, kemudian klik part, part akan diputar 90 derajat ke arah kiri. Itu akan berputar 90 derajat setiap klik. Untuk menghentikan putaran, klik tombol “Cancel”.



3.2.3.9 Menetapkan Nilai Part (Value)

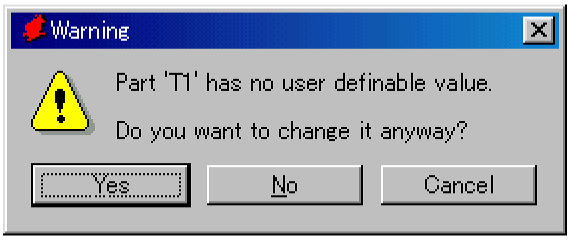


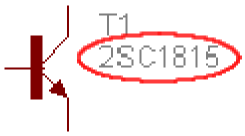
Tombol “Value” digunakan untuk menentukan nilai part.Itu menetapkan nilai part yang ada di jendela penetapan nilai dan tekan tombol “Ok”.Aebuah nilai ditampilkan pada part pada skematik. Untuk menghentikan fungsi penetapan, klik tombol “Cancel”.





Kotak dialog peringatan berikut ditampilkan bila mencoba untuk mengganti nilai (nama) transistor.



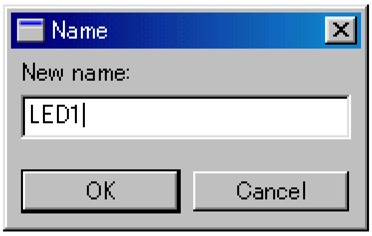


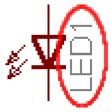


3.2.3.10 Menetapkan Nama Part (Name)

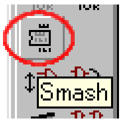


Tombol “Name” digunakan untuk menetapkan nama part. Itu menetapkan nama pada jendela dan menekan tombol “Ok”. Sebuah nama ditampilkan pada part pada skematik. Untuk menghentikan fungsi ini, klik tombol “Cancel”.

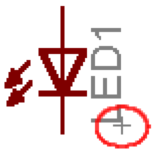


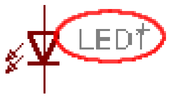


3.2.3.11 Mengganti Nama dan Posisi Part (Smash)



Ketika menambahkan part, posisitampilan dengan nama dan nilai yang fix. Terdapat kemungkinan bahwa nama atau nilai bertumpuk dengan rangkaian, itu memungkinkan untuk membuat nama dan nilai pada posisi yang bebas. Untuk maksud itu, gunakan tombol “Smash”. Setelah penekanan tombol ini dan memulai fungsi smash, langsung klik nama atau nilainya. Posisi nama dan nilai dapat di pindahkan dengan menekan tombol “Rotate” atau tombol “Move”. Untuk menghentikan fungsi ini, tekan tombol “Cancel”.







Rangkuman

Pemilihan part pada Skematik dapat dilakukan dengan langkah-Langkah:

1. Membuka jendela penambahan part dengan mengklik tombol “ADD” yang terletak di sisi kiri jendela skematik.

2. Penambahan part (ADD) dengan memilih jenis komponen yang diinginkan. Tekanlah tombol OK maka part tersebut akan ditampilkan pada skematik.

3. Untuk membatalkan penambahan partmaka tekanlah tombol ESC atau tekan cancel dalam jendela skematik.

4. Jika part yang ditampilkan pada skematik terlalu kecil maka tekan tombol “Fit” untuk membuat sebuah gambar pada rangkaian sesuai dengan jendela.

5. Untuk menghapus part yang telah digambar dapat dihapus dengan menekan tombol “Delete”.

6. Untuk memindahkan part yang telah diletakkan pada skematik, klik pada tombol “Move”

7. Penambahan terminal tegangan dan ground dilakukan dengan tombol “Invoke”

8. Untuk mengganti arah part gunakan tombol “Rotate”

9. Tombol “Value” digunakan untuk menentukan nilai dari part.

10. Tombol “Name” digunakan untuk menentukan nama dari part.

11. Tombol “Smash” digunakan untuk membuat nama dan nilai pada posisi yangbebas



Tugas

Masing-masing peserta didik mengamati secara seksama dan memahami tutorial yang telah disampaikan pada pembelajaran di atas. Ikuti langkah-langkah penjelasan tutorial tersebut dan diskusikan hasil kerja dengan peserta didik lain dikelas. Jika ditemukan kesulitan dalam pemahaman tutorial, ajukan pertanyaan pada guru pengampu di kelas!

Test Formatif

1. Jelaskan langkah-langkah untuk menambahkan komponen baru pada lembar kerja EAGLE!
2. Apakah fungsi dari menu “Fit” ?
3. Jelaskan fungsi dari menu “invoke”!
4. Bagaimana cara mengatur spesifikasi properti suatu komponen, baik itu dari nilai komponen tersebut hingga penamaannya!



Lembar Kerja Peserta Didik

Jawab :



KEGIATAN 4 :

Tujuan Pembelajaran

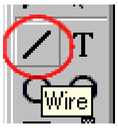
Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

- ⇒ Memahami pengawatan komponen per komponen dalam mendesain PCB
- ⇒ Memahami prinsip pengawatan sistem Bus
- ⇒ Memahami prinsip pengawatan titik persambungan/junction, power supply dan ground
- ⇒ Memahami konversi skematik rangkaian menjadi board PCB

3.2.4 Memahami Pengawatan Seluruh Part pada Skematik

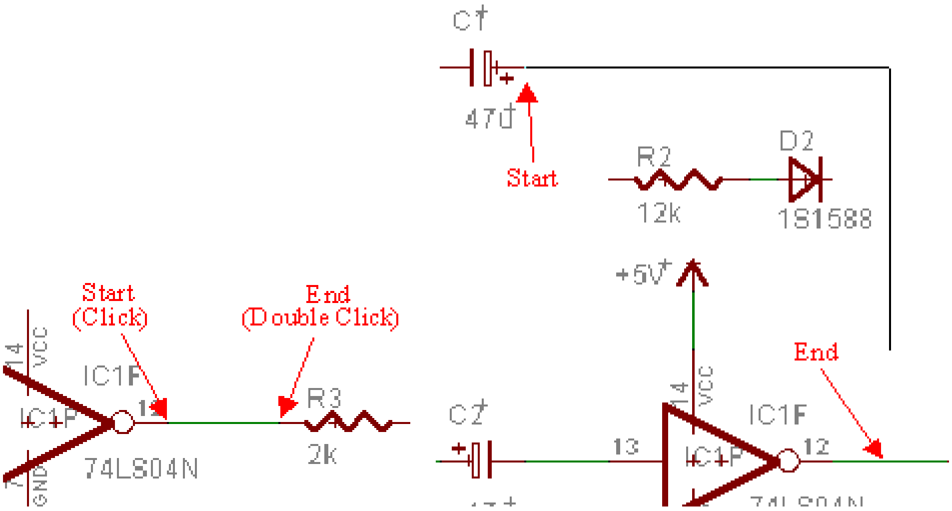
Setelahsemua part diletakan pada skematik, seluruh part akan dihubungkan satu dengan yang lain. EAGLE mempunyai kelebihan dalam hal kawat, jarring, bus, lingkaran, busur untuk pengawatan semua part. Saat ini akan dibahas tentang pengawatan. Biasanya jarring digunakan untuk mengganti ketebalan dari sebuah pola pengawatan menurut jenis dari pengawatan.

3.2.4.1 Pengawatan Menggunakan Fungsi Kawat (Wire)

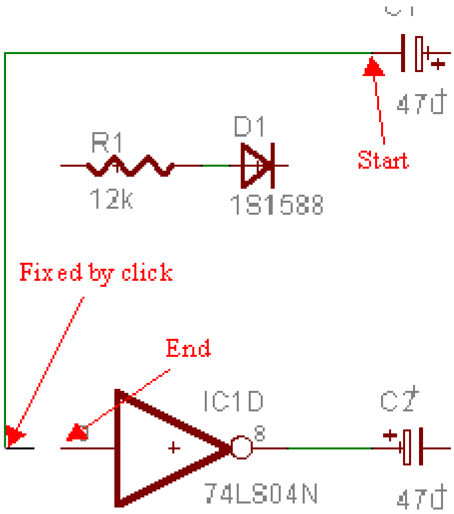


Bila tombol “Wire” ditekan, itu menjadi mode dari pengawatan menggunakan fungsi pengawatan dan pengawatan dilakukan untuk semua part. Pertama, ketika klik kiri pada kaki part, titik awal dari pengawatan ditentapkan.Setelah itu, klik ganda pada titik akhir pengawatan.Tidak diperlukan untuk menekan mouse secara terus menerus selama pengawatan. Untuk menghentikan fungsi ini, klik tombol “Cancel”.

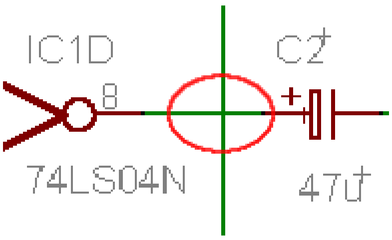




Untuk kasus titik awal dan titik akhir yang tidak segaris, ketika gerakan mouse menuju ke titik akhir, pengawatan akan membentuk sudut 90 derajat secara otomatis.

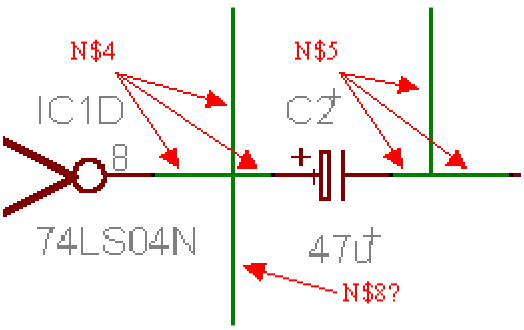


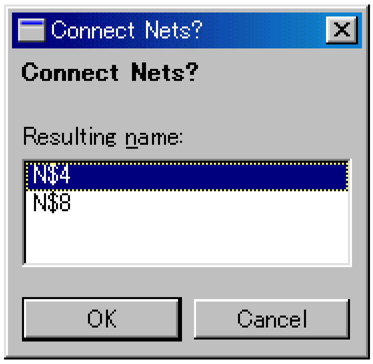
Dalam kasus titik awal dan titik akhir tidak segaris dan harus melingkari part yang lain, itu dapat dilakukan dengan klik kiri pada tempat jalan pengawatan yang diinginkan. Gambar kawat dapat dihapus dengan tombol “Delete”.





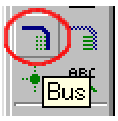
Dialog pemilihan ditampilkan bila penetapan ujung kawat pada tempat percabangan kawat. Sebuah nama kawat harus ditetapkan. Pengawatan yang saling dihubungkan disebut jarring (net) dan menjadi nomer kawat yang sama.



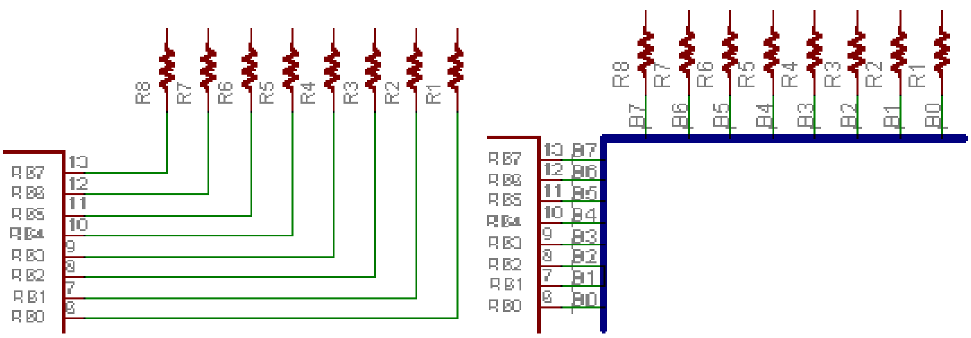


Saat ini, kawat nama "N$4" diletakan pada penghubung IC1D dan C2. Sebuah kawat dari R5 telah dihubungkan disana sebelumnya. Sebuah kawat nama "N$8" sudah ada karena sebuah kawat dari R5 telah dipasang. Oleh sebab itu, kawat dengan nama berbeda telah terhubung pada titik ini. Dialog ini menawarkan pilihan nama kawat. Jika memilih N$4, nama kawat ini menjadi N$4.

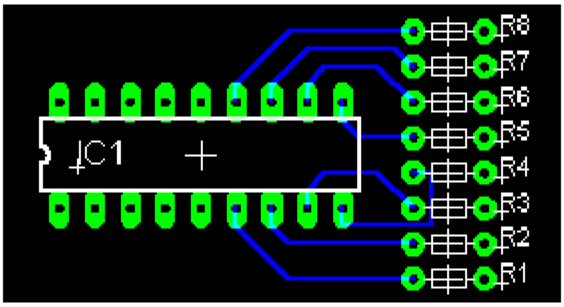
3.2.4.2 Ikatan Pengawatan(Bus)



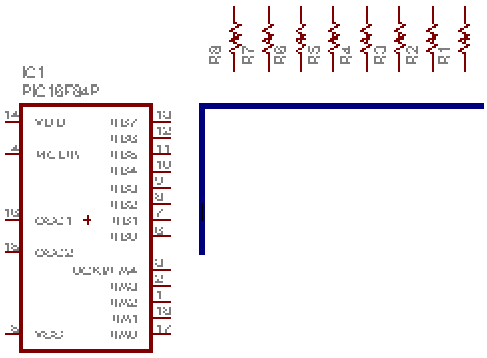
Untuk kasus rangkaian seperti CPU, kadang kala menggambar lebih dari satu kawat pada posisi parallel.Skematik menjadi rumit dan membutuhkan ruang untuk menggambarnya. Skematik dapat menggambar secara sederhana menggunakan BUS.

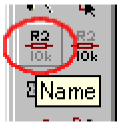




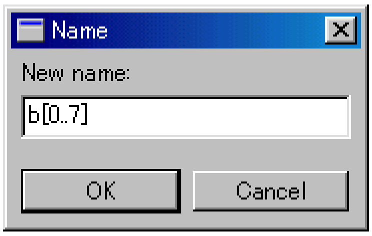


Menekan tombol “Bus” dan menggambar bus pada skematik

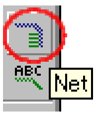




Tentukan jumlah kawat yang akan diikat dalam nama bus. Bila menekan tombol “Name” dan klik sebuah bus, dialog yang menentukan nama akan tampil.

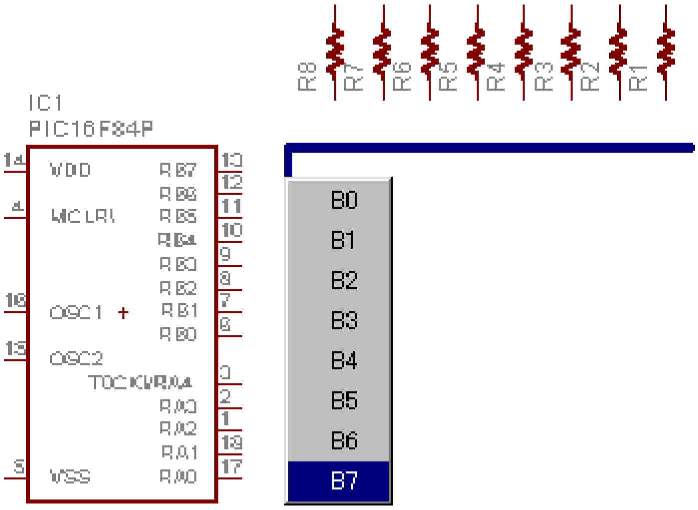


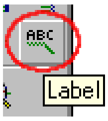
b[..7] berarti nama bus adalah b dan indeks rendah 0 dan indeks tinggi adalah 7.



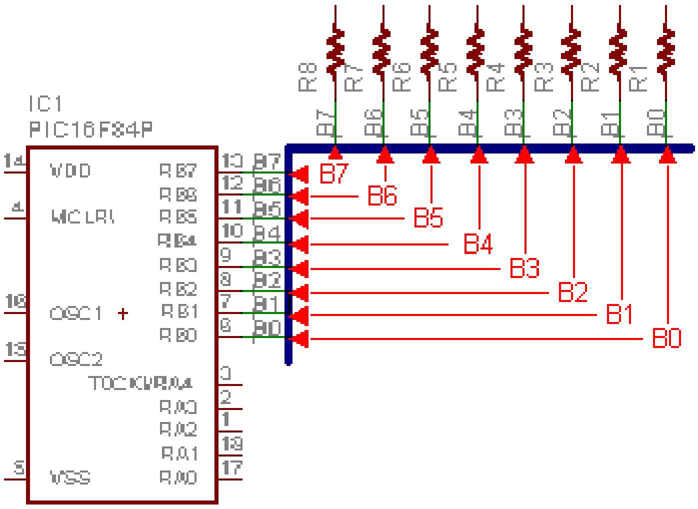
Klik tombol Net dan menghubungkan part dan bus.

Klik terminal part sebagai titik awal dan klik sebuah bus sebagai titik akhir. List nama bus yang dihubungkan akan ditampilkan. Semua nama dari bus dari indeks terendah sampai tertinggi ditunjukkan pada list ini. Pengawatan akan dilakukan bila nama koneksi di klik. Saluran bus adalah satu kawat, tapi pengawatan dilakukan untuk semua kawat yang ada pada nama bus.



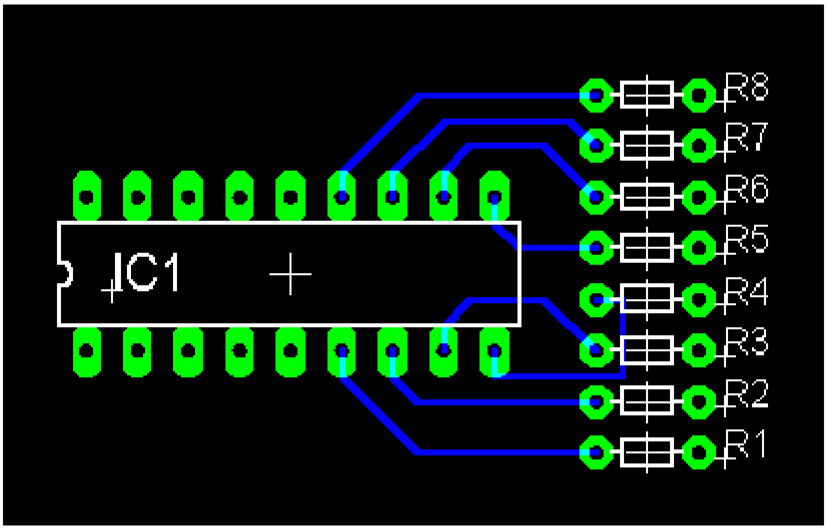


Nama pengawatan bus ditambahkan ketika klik tombol “Label” dan klik pengawatan dimana nama akan ditempelkan. Untuk menganti posisi label, tekan tombol “Move” dan drag tanda + dari label. Jadi, jika menekan tombol kanan mouse, sudutnya akan berubah. Posisi label bergerak sepanjang grid.

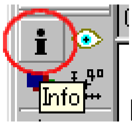


Pada Board, pengawatan sesuai dengan nama pengawatan skematik.

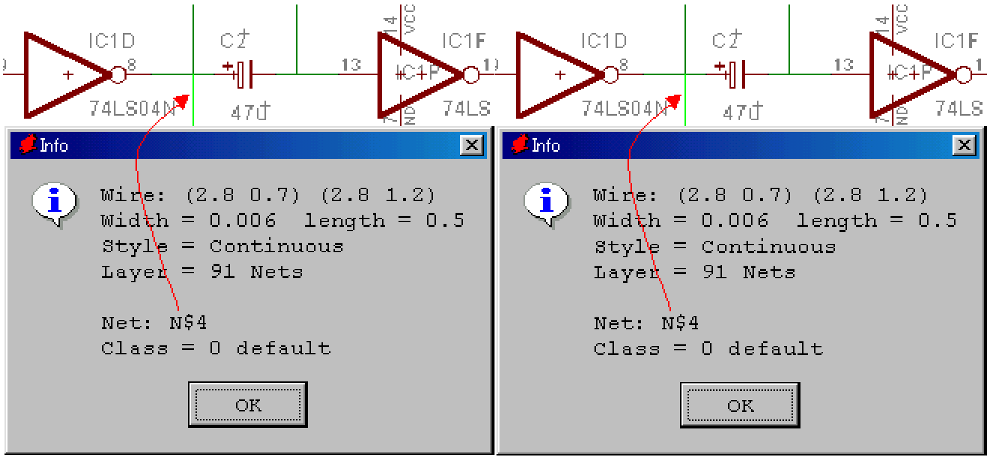




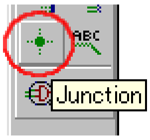
3.2.4.3 Menampilkan Informasi Part (Info)



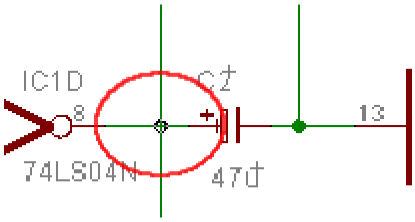
Bila konfirmasi nama kawat diatas telah dilakukan dan seterusnya, tombol "Info" digunakan untuk menampilkan informasi pengawatan part. Untuk mengentikan fungsi ini, klik tombol "Cancel".



3.2.4.4 Tanda Koneksi Pengawatan (Junction)

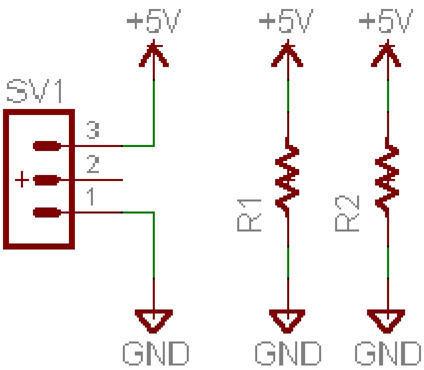


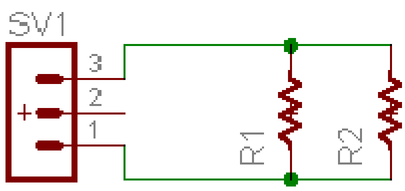
Sebuah tanda bulatan hitam diletakkan pada simput dari pengawatan.Tanda ini mempunyai relasi ke pengawatan board tercetak.Itu mengkonfirmasikan koneksi dari kawat bila seseorang melihat skematik.Khususnya, hubungan silang kawat, membuat kesalahan ketika tidak meletakkan sebuah tanda. Bila tombol “junction” ditekan, tanda bulatan akan bergerak mengikuti pointer mouse. Karena bulatan bergerak sepanjang grid, itu menetapkan simpul dari pengawatan. Tanda akan digambar pada skematik ketika klik kiri mouse pada simpul. Untuk menghentikan fungsi ini, klik tombol “Cancel”.



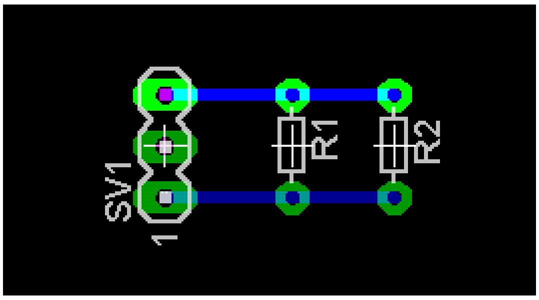
3.2.4.5 Pengawatan Tegangan dan Ground

Saat ini data sinyal digunakan untuk tegangan dan ground. Ketika data-data sinyal ini digunakan, tidak perlu lagi menghubungkan tegangan dan ground dengan kawat pada skematik. Skematik dapat menggambarkan itu secara sederhana dengan data sinya.





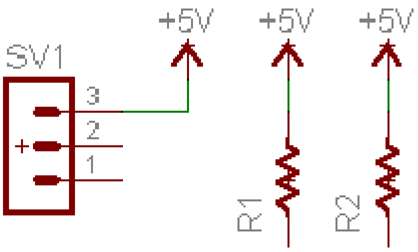


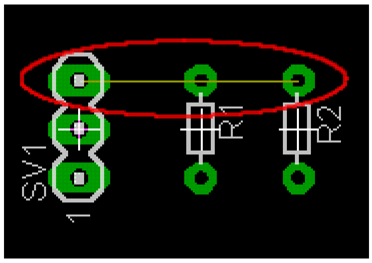


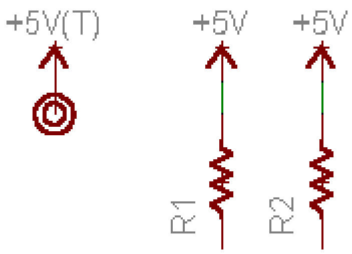
Simbol tegangan yang diakui setiap tegangan adalah +5V, +12V dan seterusnya. Ketika pengawatan tegangan yang dipisahkan , maka harus menggunakan symbol yang berbeda seperti +5V(A), +5V(B) dan seterusnya. Atribut symbol ditentukan oleh nama terminal dari symbol tegangan. Simbol-simbol tegangan dan ground harus dibuat sebelum menggambar skematik.

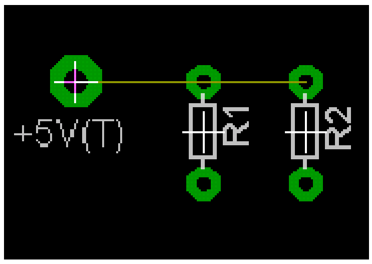


Terminal dari bermacam-macam symbol yang diletakkan pada skematik akan terkoneksi pada board. Bila sebuah konektor untuk terminal masukan tegangan, dapat dikawatkan jika peletakan symbol tegangan ke pin konektor.





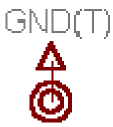




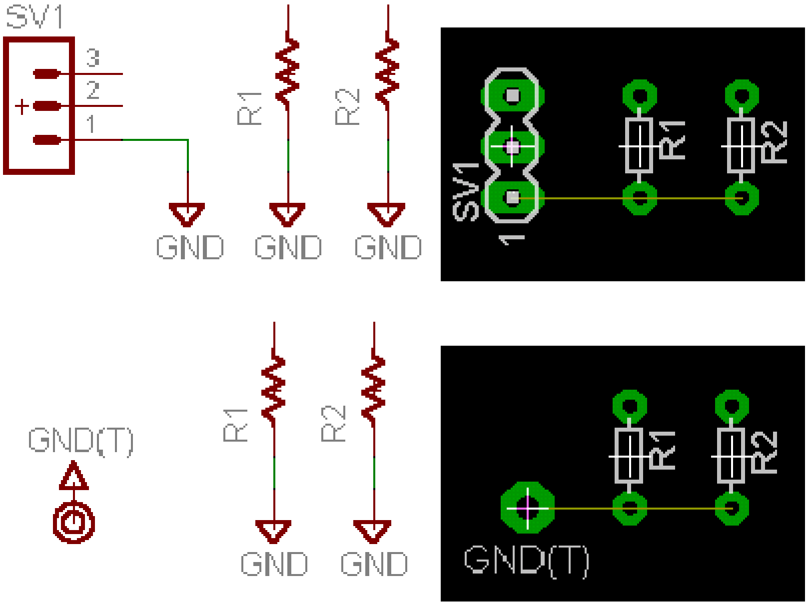
Simbol Ground berlaku untuk pengawatan seluru part terminal pada skematik seperti halnya symbol tegangan.



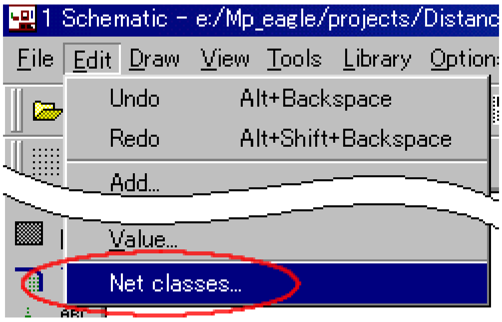
Tanpa terminal

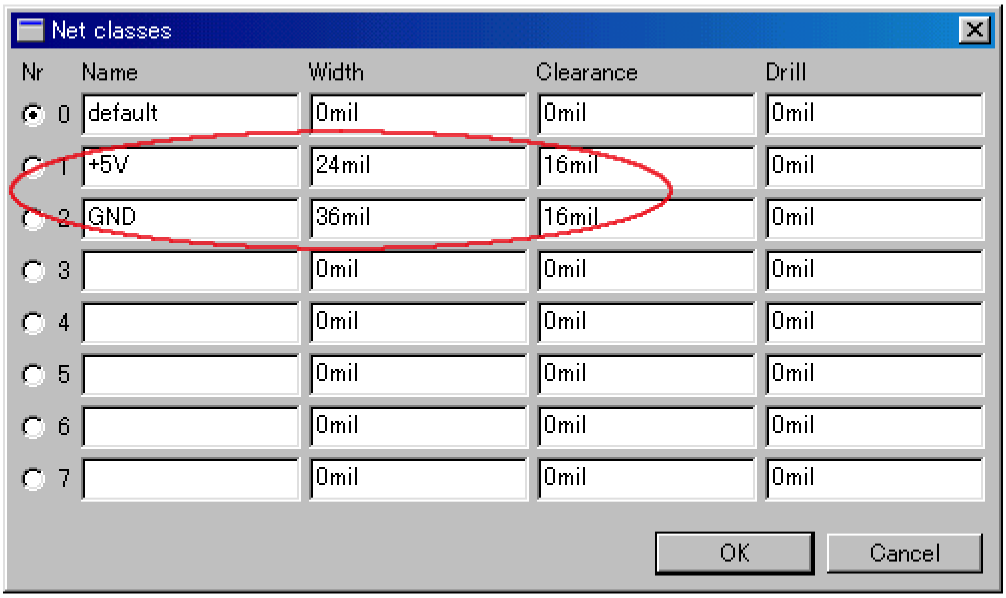


Dengan terminal



Karena banyak arus listrik mengalir melalui penghubung tegangan dan ground dari pada penghubung sinyal, maka perlu digambar dengan pola tebal kawat. Terdapat sebuah cara menggunakan Net Class untuk menentukan ketebalan (tebal) pola kawat. Pola dapat digambarkan secara manual tanpa menggunakan Net Class.



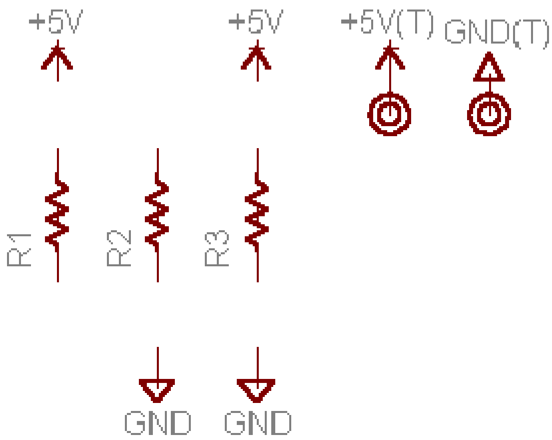


Net classes

Nr	Name	Width	Clearance	Drill
0	default	0mil	0mil	0mil
1	+5V	24mil	16mil	0mil
2	GND	36mil	16mil	0mil
3		0mil	0mil	0mil
4		0mil	0mil	0mil
5		0mil	0mil	0mil
6		0mil	0mil	0mil
7		0mil	0mil	0mil

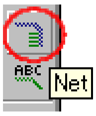
OK Cancel

Sebagai contoh, rangkaian dibawah ini:

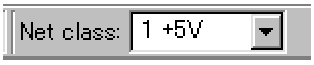


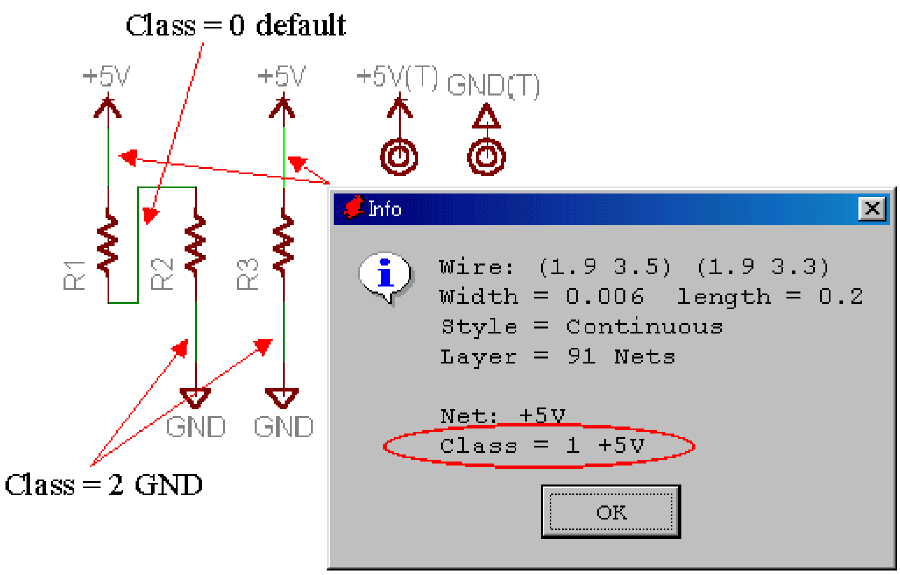


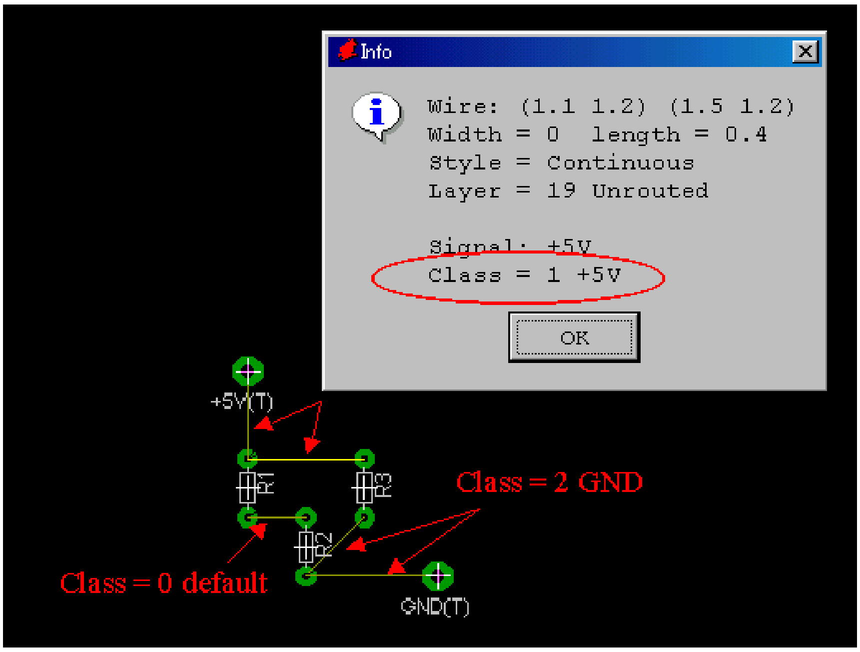
3.2.4.6 Pengawatan Jaringan (Net)



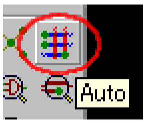
Saat menggunakan net, sebuah class akan ditentukan Net Class.



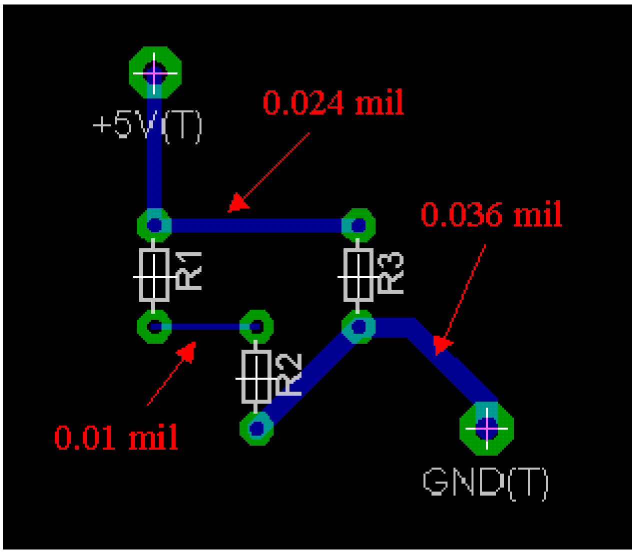






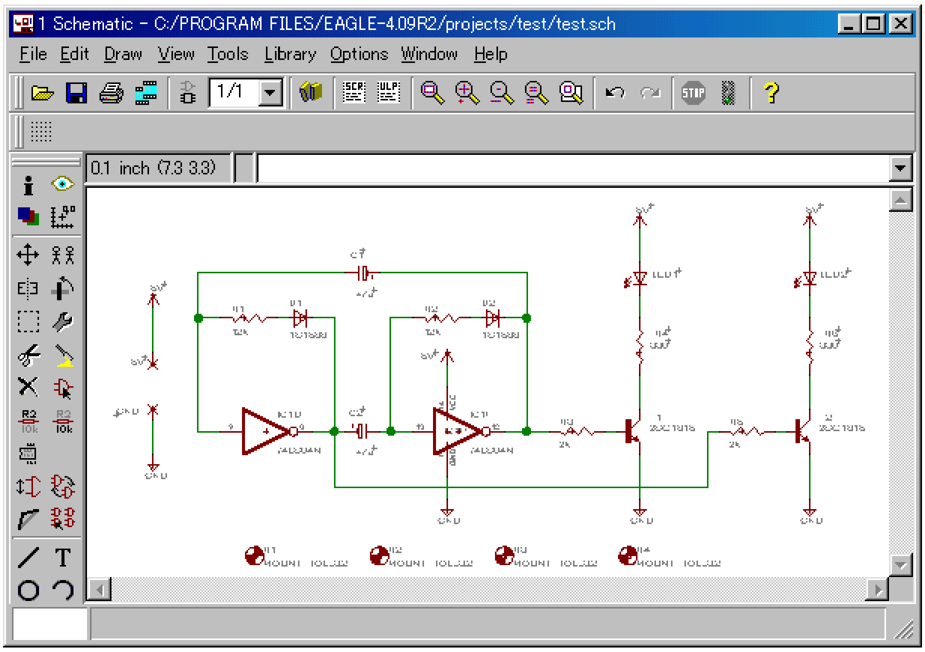


Dengan menekan tombol “Auto”, maka pada board pengawatan pada sisi TOP dan BOTTM menjadi :

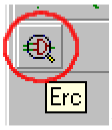


3.2.4.7 Akhir dari Penggambaran Skematik

Skematik telah lengkap bila semua penetapan pengawatan dan tanda koneksi telah ada.



3.2.4.8 Pemeriksaan Aturan Kelistrikan (ERC)



Setelah skematik digambar lengkap, itu harus dikonfirmasi apakah terdapat kesalahan koneksi atau tidak.Kesalahan dapat secara otomatis ditemukan oleh tombol “ERC” (Electrical Rule Check). Dalam skematik ini, peasan berikut ini akan ditampilkan.

```
EAGLE Version 4.09r2 Copyright (c) 1988-2002 CadSoft

Electrical Rule Check for C:/PROGRAM FILES/EAGLE-4.09R2/projects/test/test.sch

WARNING: Sheet 1/1: POWER Pin IC1P VCC connected to +5V

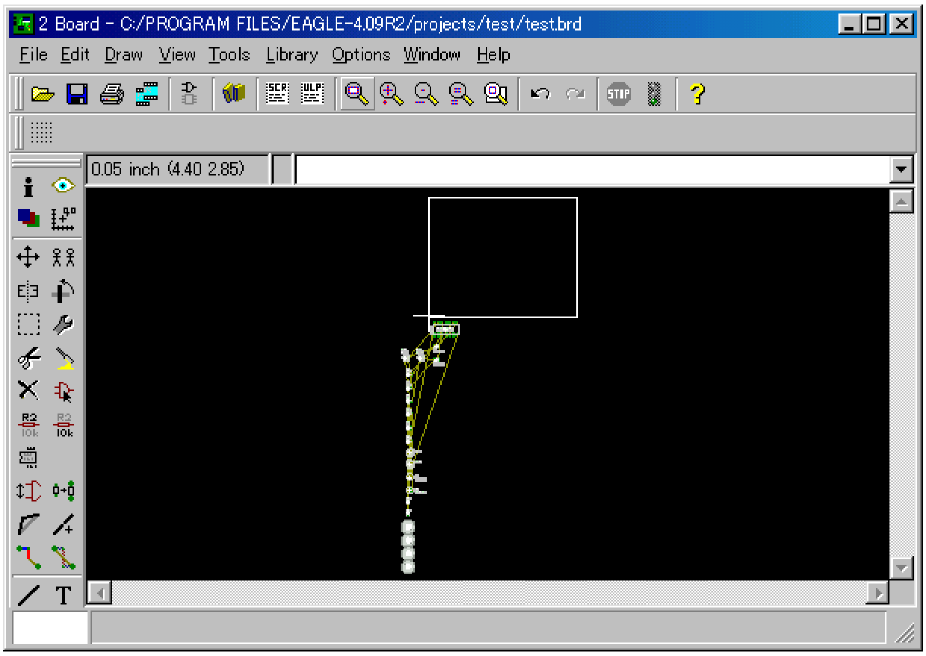
Board and schematic are consistent

    0 errors
         1 warning
```

Peringatan ini disebabkan karena nama dari tegangan adalah +5V. Itu bukan kesalahan.

3.2.4.9 Konfirmasi Board

Di saat ini, konfirmasi board dilakukan.Sebab koneksi dari setiap part telah berakhir, koneksi terminal dari part pada board telah dilakukan.Garis kuning spanjang part adalah garis dimana menunjukkan sebuah koneksi seluruh part.Tetapi garis-garis yang tidak kuning adalah belum pengawatan untuk board.


2 Board - C:/PROGRAM FILES/EAGLE-4.09R2/projects/test/test.brd
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
0.05 inch (4.40 2.85)



Rangkuman

Pengawatan seluruh part pada skematik dapat dilakukan sesuai langkah-langkah berikut:

1. Pengawatan dengan menggunakan fungsi kawat dengan menekan tombol “Wire”

2. Ikatan pengawatan (Bus) digunakan jika menggambar lebih dari satu kawat pada posisi paralel dan rumit, maka skematik/ dapat menyederhanakan dengan Bus.

3. Tombol “Net” akan menghubungkan antara partdan bus. Nama pengawatan dari bus dapat ditambahkan dengam mengklik tombol “Label”

4. Tombol “Info” digunakan untuk menampilkan informasi pengawatan part

5. Tanda koneksi dari pengawatan dinamakan tombol “Junction”

6. Penggunaan tombol netakan menentukan sebuah Net Class,

7. Untuk melihat hasil pada board pengawatan maka dapat menggunakan tombol Auto

8. Tombol ERC dapat mendeteksi secara otomatis kesalahan pada koneksi.



Tugas

Masing-masing peserta didik mengamati secara seksama dan memahami tutorial yang telah disampaikan pada pembelajaran di atas. Ikuti langkah-langkah penjelasan tutorial tersebut dan diskusikan hasil kerja dengan peserta didik lain dikelas. Jika ditemukan kesulitan dalam pemahaman tutorial, ajukan pertanyaan pada guru pengampu di kelas!.

Test Formatif

1. Jelaskan beberapa fungsi menu EAGLE berikut :

- Wire
- Net
- Bus
- Jucntion
- ERC

2. Jelaskan bagaimana cara untuk mengecek hubungan komponen per komponen telah terpasang dengan tepat!

3. Sebutkan dan jelaskan hal-hal yang harus diperhatikan ketika membuat hubungan kawat bersama menggunakan Bus!



Lembar Kerja Peserta Didik

Jawab :

KEGIATAN 5 :

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

⇒ Memahami kaidah penyusunan tata letak/layout komponen pada board PCB

⇒ Mengenal fungsi grid pada pembuatan layout PCB

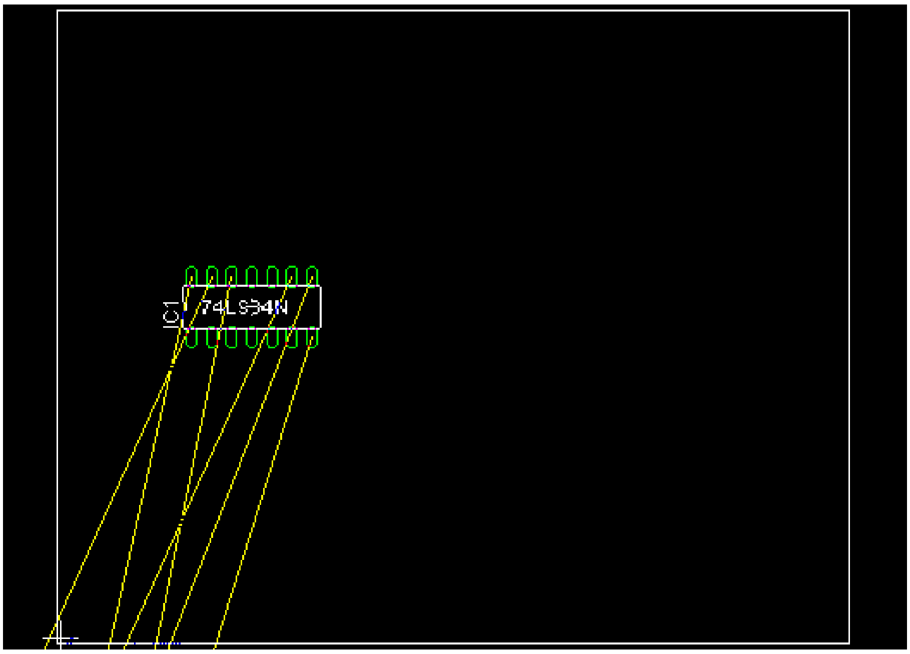
⇒ Memahami pembuatan jalur layout PCB secara otomatis dan manual

⇒ Memahami tampilan layer per layer dari layout PCB

⇒ Memahami kaidah aturan peletakan komponen, ukuran lubang, ukuran jalur, jarak antar jalur serta penempatan jumper pada PCB

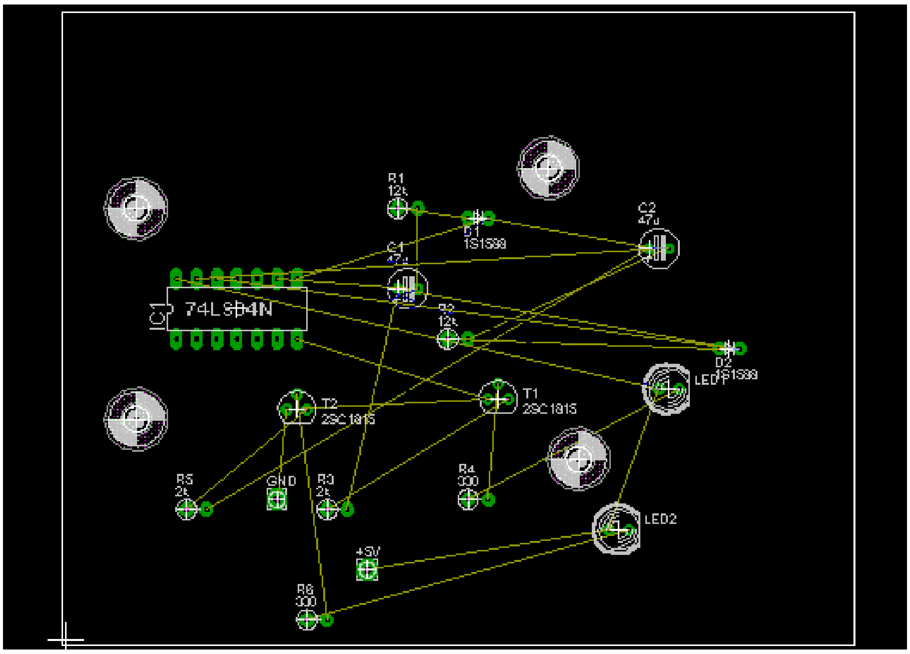
3.2.5 Penyusunan Part pada Board

Bila gambar skema trelah selesai, part-part dari board disusun pada board tercetak.

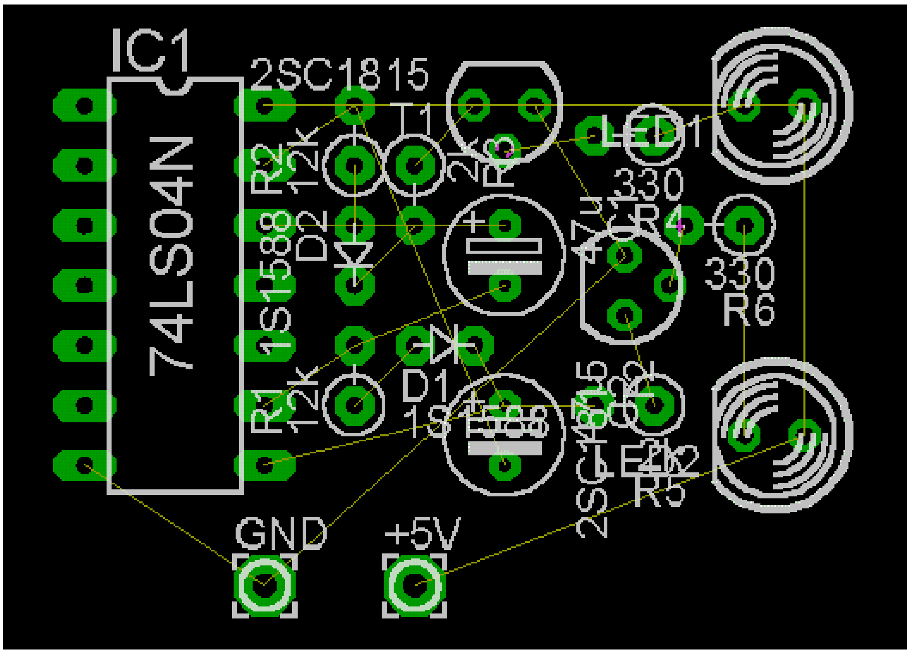


Setelah penekanan tombol “Move”, part-part dipindahkan ke dalam frame putih.





Garis kuning menunjukkan koneksi seluruh part. Part akan disusun agar garis kuning menjadi sependek mungkin.

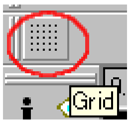


Board adalah pandangan atas dari board tercetak.

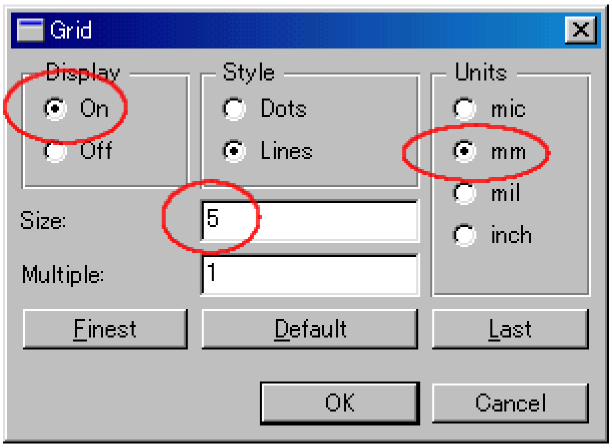


3.2.5.1 Penentuan Ukuran dan Grid Board

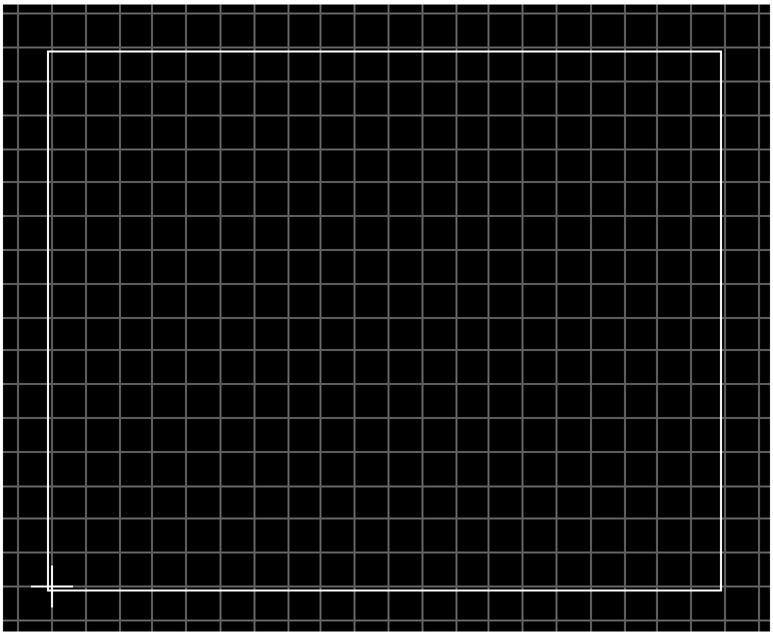
Ukuran board dari EAGLE dapat dibuat lebih besar dari 100x80mm.Garis putih (garis batas board tercetak) ditunjukkan ketika membuat jendela baru.Ukuran default adalah 100x80mm. Didalam daerah tersebut part-part disusun dan ukuran board dapat diatur dengan memindahkan garis batas melalui perintah move.



Tekan tombol “Grid” dan akan muncul dialog untuk grid tertentu.

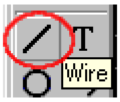


Pertama, atur display ON, default OFF.Berikutnya tentukan interval grid dengan menentukan ukuran (Size).Juga pilih satuan (Units).Dalam contoh ini, interval grid adalah interval 5mm.

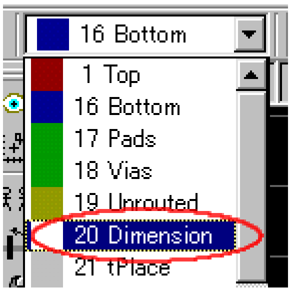




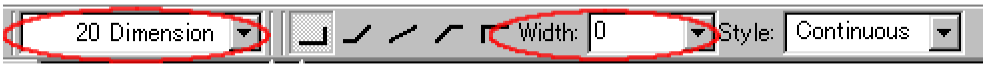
Board berukuran 100x80mm dengan interval grid 5mm. Garis batas digambarkan secara default yang dimulai dari titik awal tanda + dikiri bawah board.Garis batas dapat dipindahkan dengan menggunakan icon “Move”.Oleh sebab itu jarak pergerakan garis adalah sesuai interval grid. Untuk menentukan garis batas baru, garis batas lama harus dihapus terlebih dahulu dengan menggunakan icon “Delete”.



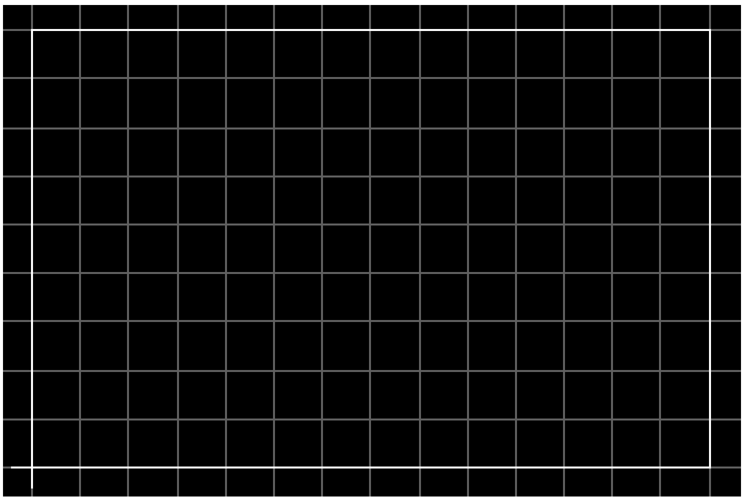
Untuk menggambar garis batas, gunakan tombol “Wire”. Hal penting adalah memilih “20 Dimension” dalam select layer yang mana akan muncul setelah menekan tombol Wire.



Garis batas tidak dapat digambar bila tidak memilih “20 Dimension”. Tetapkan lebar 0.Menjadi 0 mungkin tidak diperlukan.



Setelah itu, gambar garis batas dengan ukuran 70x45mm.



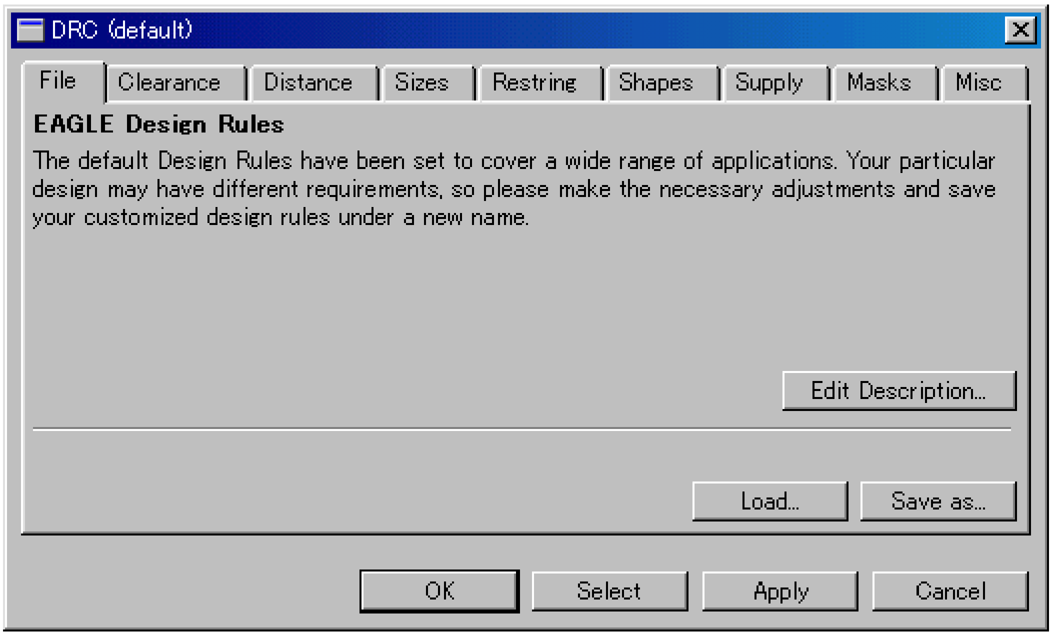


3.2.5.2 Pemeriksaan Aturan Disain (DRC)

Sebelum membuat pola board, kondisi disain seharusnya ditentukan pemeriksaan aturan disain (DRC).Nilai default umum telah ditetapkan pada DRC, tetapi DRC dapat diatur kembali.

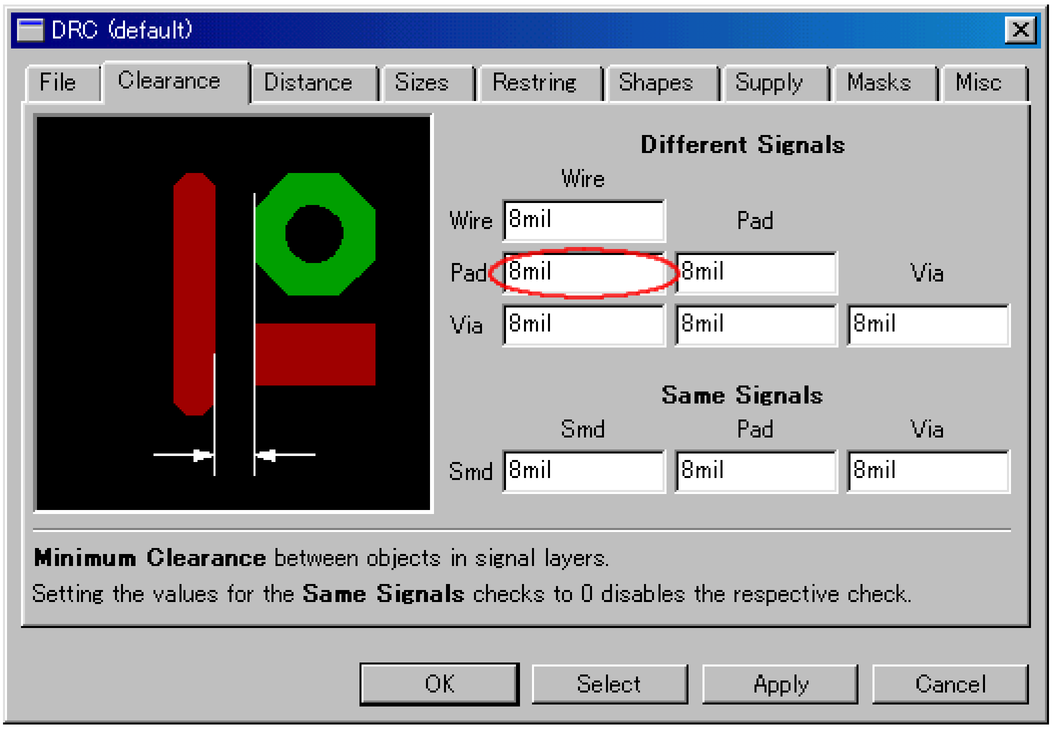


Bila menekan icon “DRC”, dialog berikutnya akan ditampilkan. Pertama, DRC (default) dimana nilai default DRC ditampilkan.



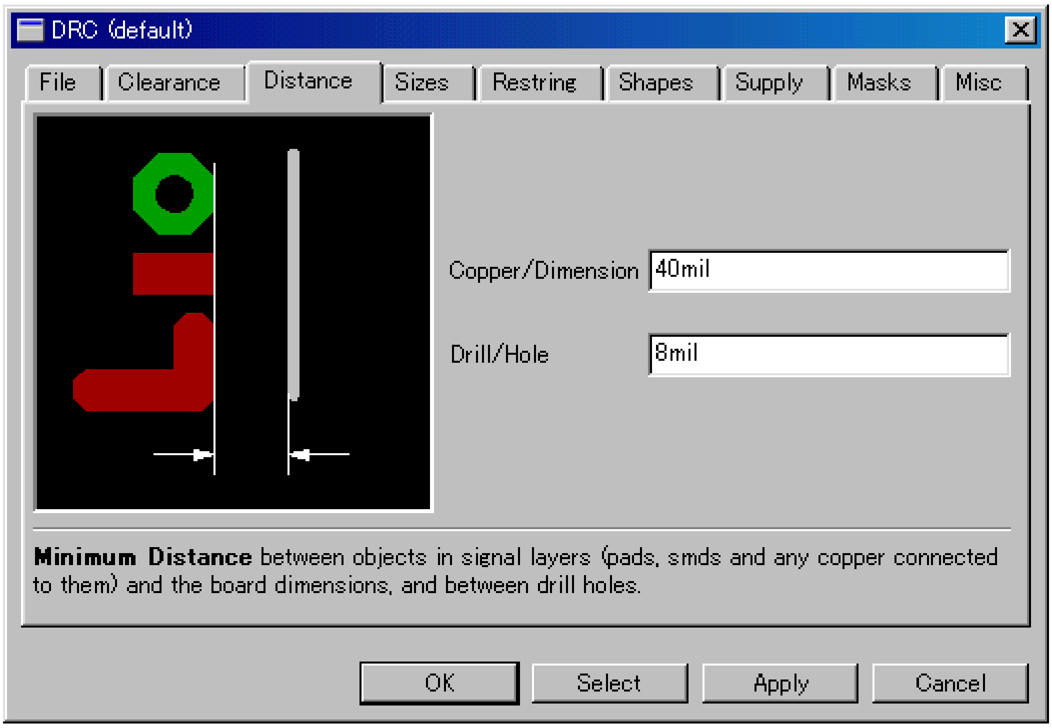
Interval kawat, Pad dan Via didisain oleh “Clearence”. Nilai didisplaykan dalam sinyal yang berbeda adalah nilai “Clearance”, dimana defaultnya 8mil.Karena 1inci adalah 25.4mm dan 1mil adalah 1/1000inci, maka 8mil adalah kira-kira 0.2mm.Nilai ini berarti interval minimum pengawatan adalah 8mil.





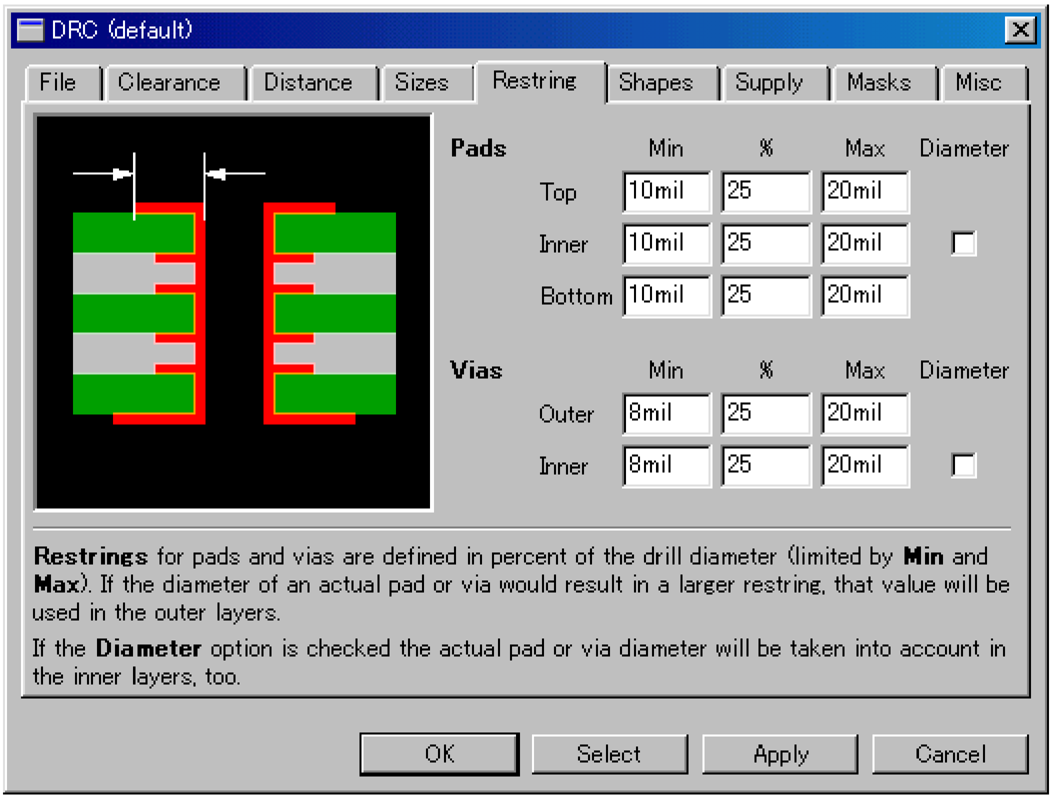
Gambar diatas adalah bila pemilihan sebuah item antara kawat dan pad.

Dengan pengaturan "Distance", nilai interval minimum tepi board tercetak dan pola pengawatan, interval semua lubang bor dan berikutnya didisain sekitar 40mil.



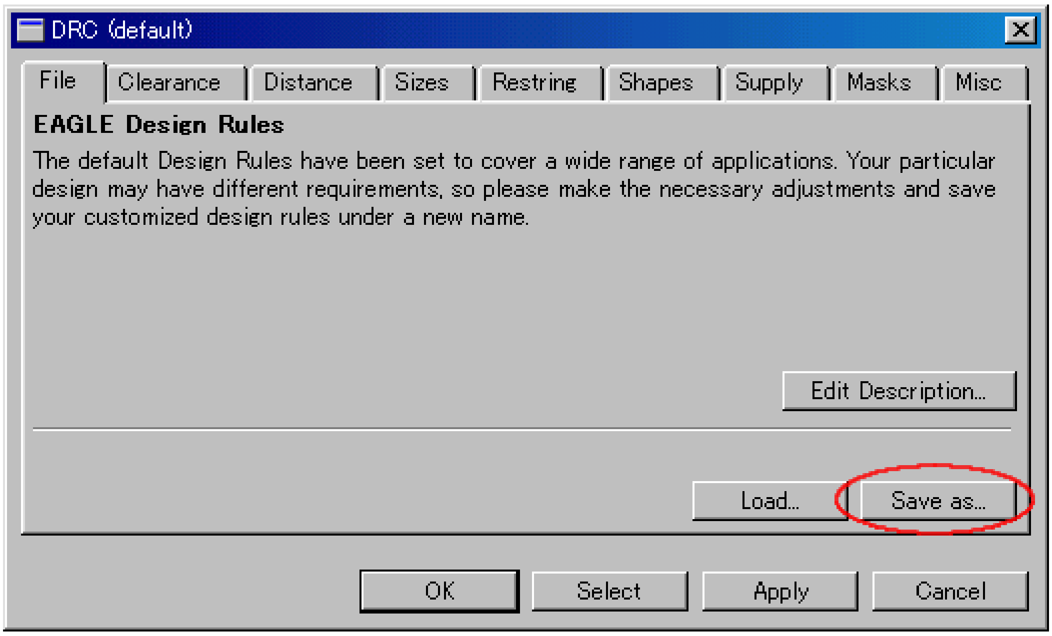


Dengan pengaturan “Size”, nilai lebar minimum pola pengawatan dan ukuran minimum lubang bor ditentukan 10mil kira-kira 0.25mm.

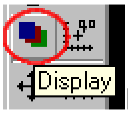


Pengaturan “Restring” adalah nilai part kecuali lubang pada untuk pemasangan komponen. Bila ukuran pad ditentukan oleh library dan seterusnya, lebih besar darinilai yang telah ditentukan dalam “Restring”, maka nilai yang ditentukan dalam “Restring” tidak dipakai.

Perubahan isi DRC dapat digunakan untuk project lainnya dengan cara menyimpan mereka dalam file dengan menekan tombol “Save”. Ekstensi file DRC adalah “dru”. Untuk mengambil file ekstensi “dru”, tekan tombol “Load”.



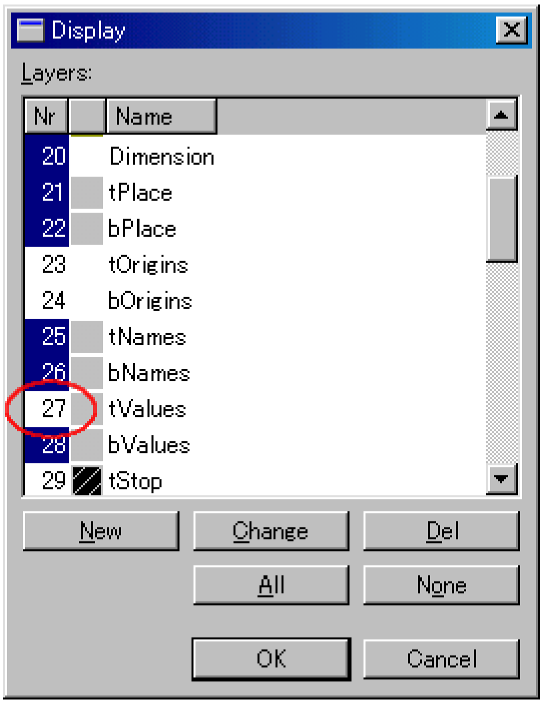
3.2.5.3 Tampilan Kontrol Nama dan Nilai Part Display)



Pemilihan “Display / hide layers…” dari pull down menu, menu View dalam jendela board.



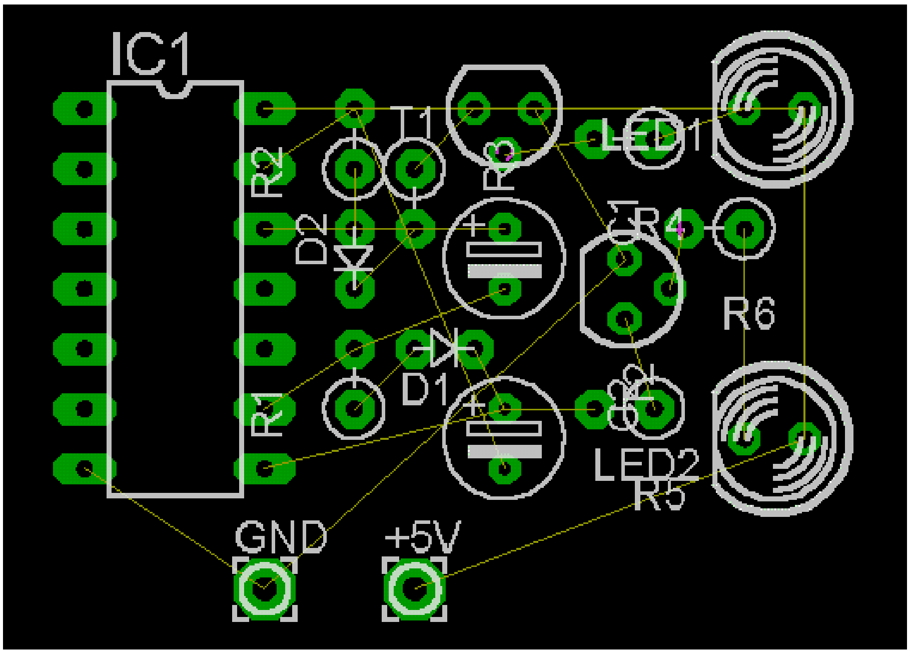




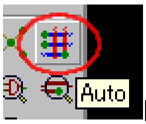
Dalam operasi ini, dialog tampilan seperti yang ditampilkan.Item yang dibuat biru adalah Nr adalah item ditampilkan.Klik item yang ke 27, (t value) dan merubah menjadi putih.Dalam operasi ini, tampilan nilai yang diletakkan pada board dapat ditekan. “t” pada kepala adalah inisial dari TOP dan itu berarti menampilkan komponen sisi board. “b” adalah inisial dari BOTOM dan itu berarti menampilkan sisi pengawatan board. “Place” adalah item yang mengontrol tampilan bentuk part. Tetapi bila “Place”tidak dalam mode tampilan, nama dan nilai group (t atau b) keduanya akan tertekan. “Origin” dapat mengoperasikan dari nama part. “Name” dapat mengontrol tampilan nana part.“Value” dapat mengontrol tampilan nilai part.

Bila menekan nilai part, akan menampilkan tampilan board seperti berikut:



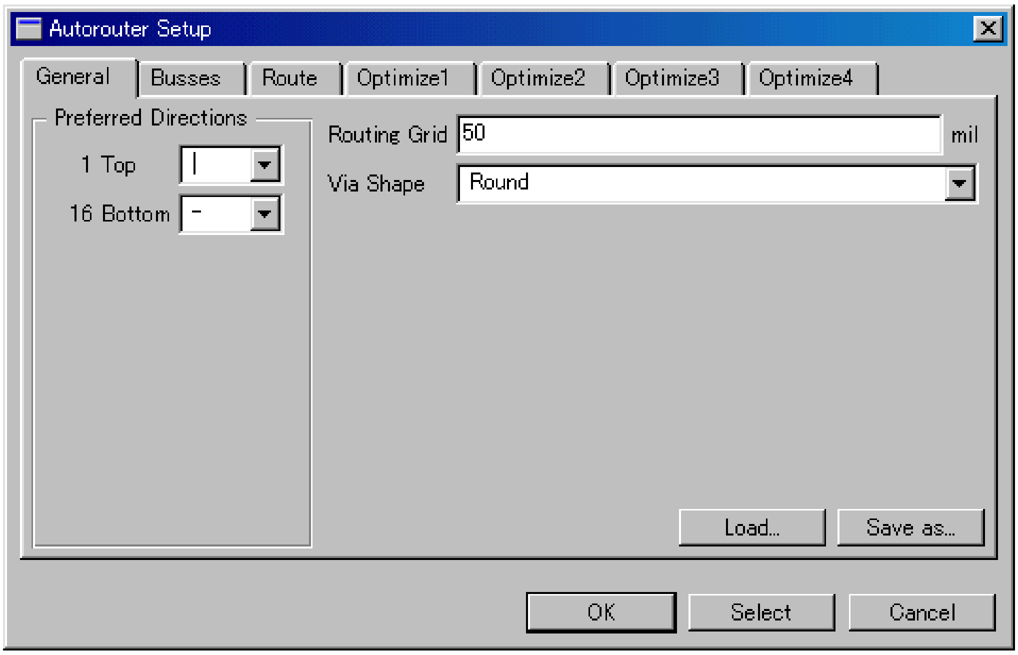


3.2.5.4 Auto Rute (Auto)



Melakukan pengawatan secara otomatis, dilakukan dengan menekan tombol “Auto”.

Bila tombol “Auto” ditekan, akan menampilkan berikut ini:





3.2.5.5 Pemilihan Arah (Preferred Direction)

Layer yang menggambarkan pola cetak dapat ditentukan.Bila menggambarkan hanya pola cetaknya pada sisi pengawatan, itu membuat Top “N/A”.Terdapat “-“, “|”, “/”, “\”, “*”, “N/A” dalam parameter.



3.2.5.6 Grid Rute (Routing Grid)

Pola cetak digambarkan mengikuti grid.Sebuah interval grid ditentukan oleh item ini. Default adalah 50mil. 50mil adalah 0.05inci dan setengah dari interval pin (0.1inci) tipe DIP. Itu memungkinkan melakukan pengawatan pada seluruh pin IC. Jika nilai dibuat kecil, itu mungkin melakukan interval pola menjadi sempit.

3.2.5.7 Bentuk Via (Via Shape)

Ketika menggambar sebuah pola cetak untuk kedua sisi, pola untuk sisi atas dan bawah sering dihubungkan mengunakan lubang tembus.Bentuk dari lubang tembus dapat dipilih oleh item ini.Bentuk default adalah bulatan.

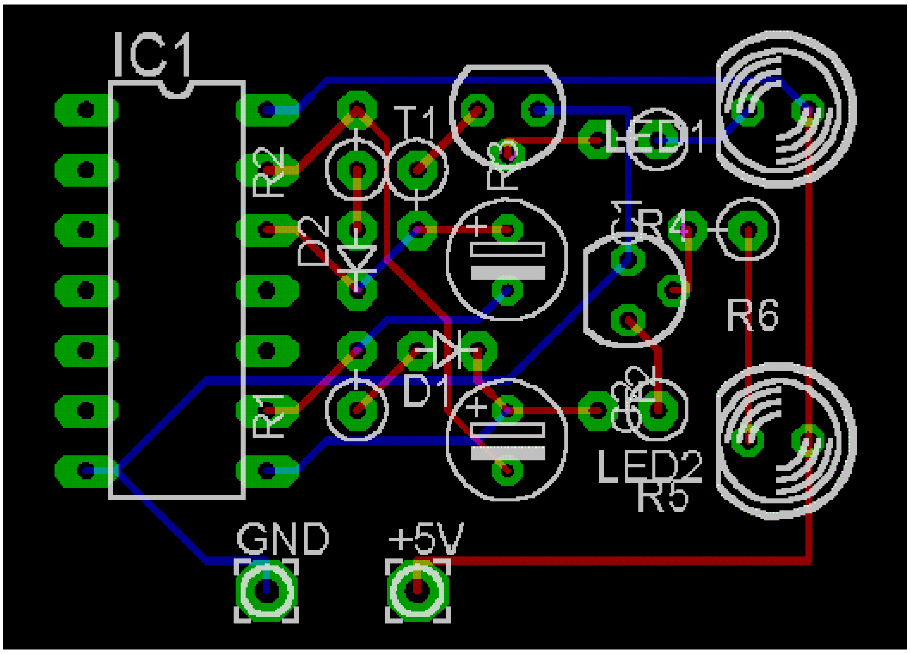
3.2.5.8 Simpan Sebagai… (Save As…)

Isi yang telah dibuat oleh dialog dapat disimpan. Ektensi dari file adalah “ctl”. Folder penyimpanan adalah folder dari project tetapi dapat disimpan pada folder yang lain.

3.2.5.9 Memuat (Load)

Informasi tetapan yang disimpan saat “Save as” dapat dimuat kembali dengan tombol ini..

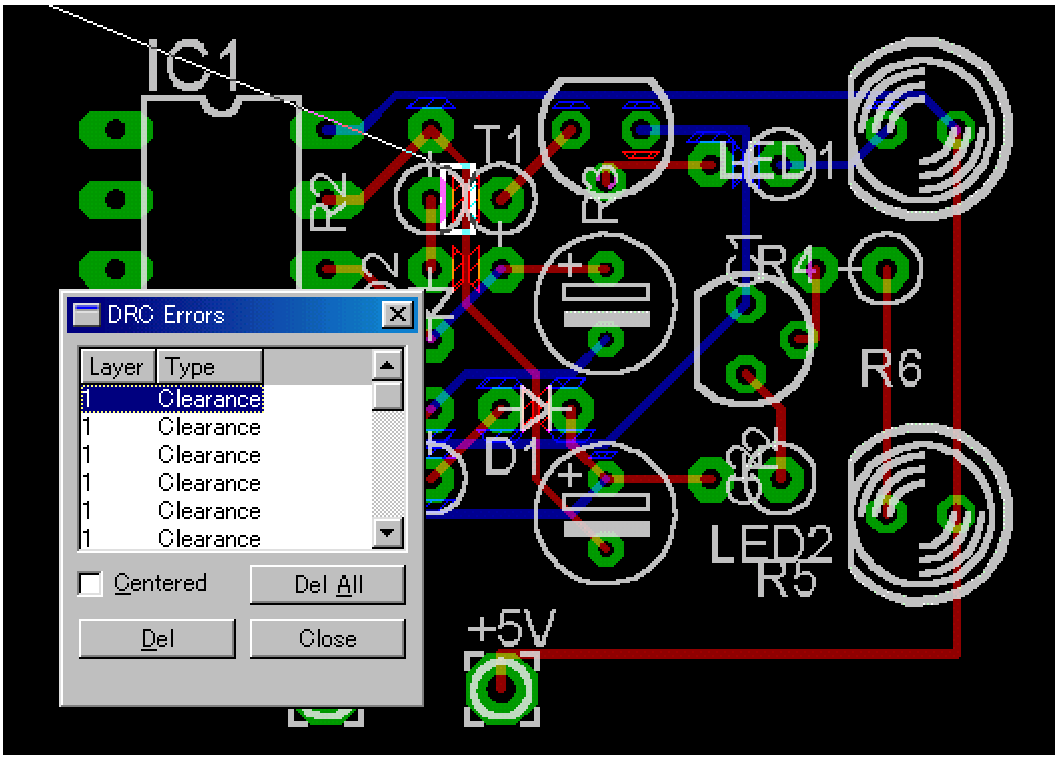
Dengan mengatur item dari dialog ini, cara penggambaran pola dapat dikontrol. Bila tombol “Ok” ditekan, tampilan pola akan digambarkan secara otomatis.



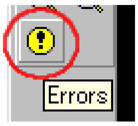
Dalam EAGLE, sebuah pola pada dasarnya digambarkan menggunakan 2 layar (sisi komponen dan sisi pengawatan). Garis biru adalah pengawatan pada sisi pengawatan dan garis merah adalah mengawatan pada sisi komponen.

3.2.5.10 Tampilan Kesalahan

Ketika tidak memungkinkan untuk menggambar sebuah pola secara normal, kesalahan DRC (Design Rule Check) secara otomatis akan ditampilkan. Kesalahan DRC berikut menampilkan kesalahan wajib untuk mengkonfirmasi sebuah tampilan kesalahan oleh modifikasi jarak antara data pad dan pengawatan dari aturan disain setelah menggambar pola secara otomatis.



Kesalahan part ditampilkan pada pola dan sebuah list ditampilkan dalam jendela kesalahan DRC.Bila pemilihan kesalah dalam list, part ditampilkan sebagai garis putih pada frame.

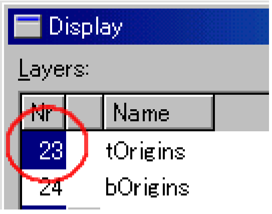


Bila setelah menutup jendela kesalahan DRC, itu mungkin untuk menampilkan lagi dengan menekan tombol “Error”. Bila tombol “Error” ditekan dalam kondisi dimana pola digambar secara normal, pesan berikut ini akan tampil :

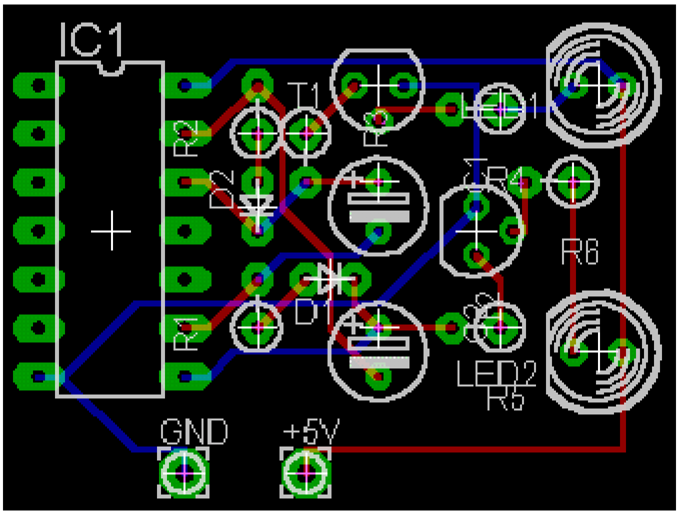


3.2.5.11 Mengganti Posisi Nama

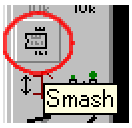
Tampilan posisi nama dapat diganti oleh fungsi Smash, Rotate dan Move. Bila mengontrolan sebuah nama, Origin (23) dari tampilan harus dibuat efektif.



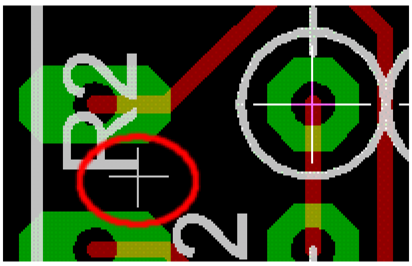
Kalau ingin membuat asal part efektif, sebuah garis pusat akan digambarkan pada setiap part.



Sebagai contoh, penjelasan menggunakan R2.



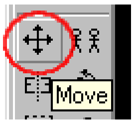
Pertama, tekan tombol “Smash”, kemudian klik garis pusat dari R2.Dengan operasi ini, sebuah tanda +kecil diberikan pada R2. Untuk menghentikan fitur ini, klik tombol “Cancel”.



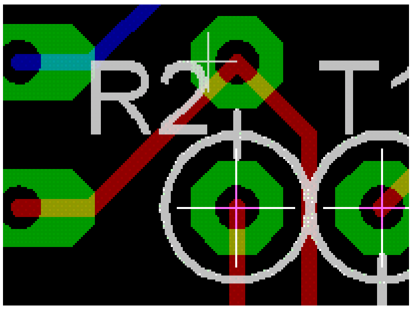




Kemudian tekan tombol “Rotate” dan klik tanda - padaR2, dengan operasi ini nama akan berputar 90 derajat ke kiri. Untuk menghentikan fungsi ini, klik tombol “Cancel”.

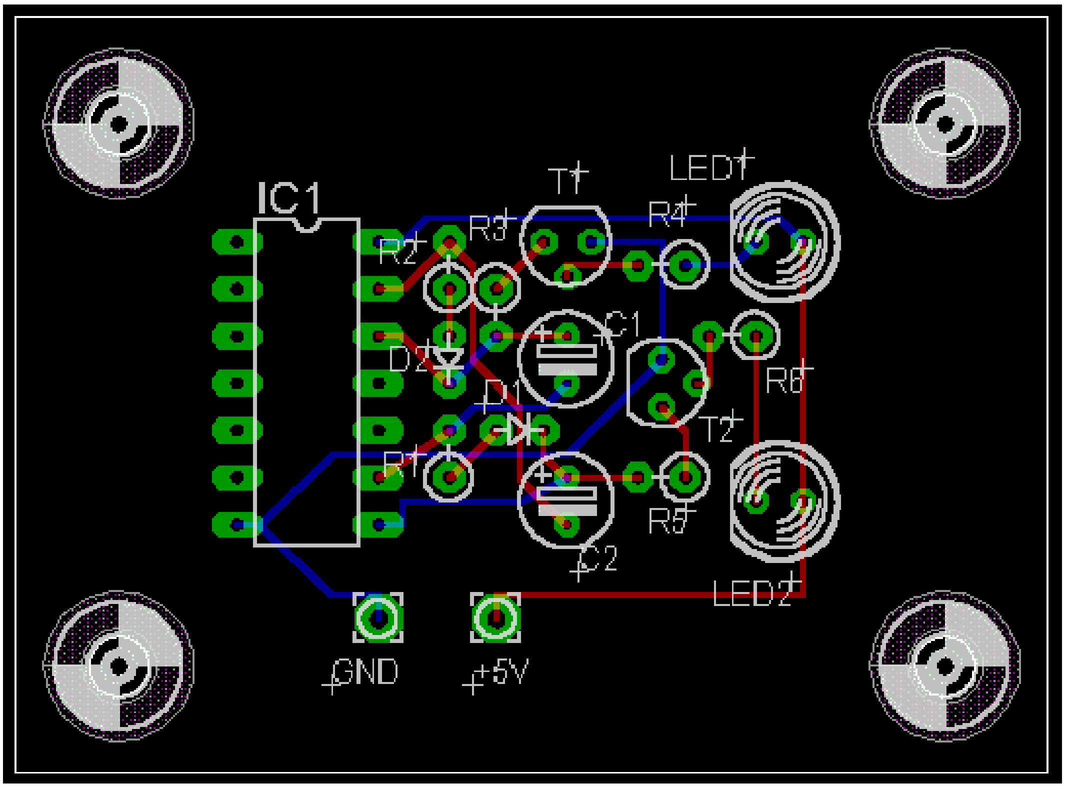


Selanjutnya, tekan tombol “Move” dan klik tanda + pada part.



Operasi ini, nama dapat dihapus. Untuk menghentikan fungsi ini tekan tombol “Cancel”.

Akhirnya, atur lubang untuk dipaskan pada board tercetak dan ukuran board tercetak.





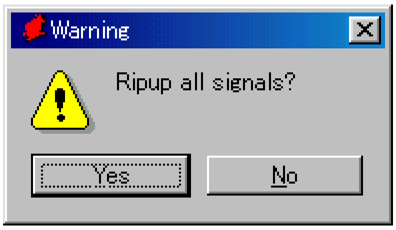
3.2.5.12 Membuat Ulang Pola (Ripup)

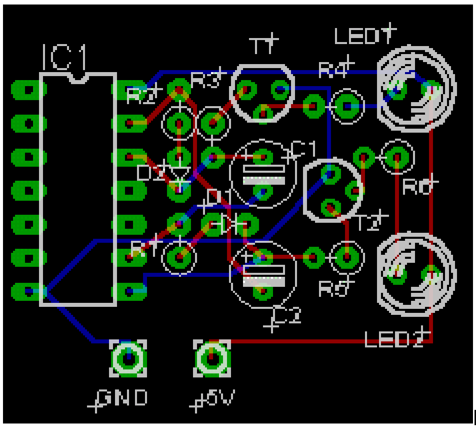
Ketika ingin menggambar pola sekali lagi setelah penggambaran, restorasi pola ke asalnya adalah perlu. Restorasi part atau selurunnya ke asalnya adalah dapat dilakukan.Restorasi ke asalnya berarti restorasi ke kondisi dimana pola tidak digambar, yaitu kondisi dimana gambar koneksi berwarna kuning.

3.2.5.13 Restorasi Semua pola ke Konsisi Asli

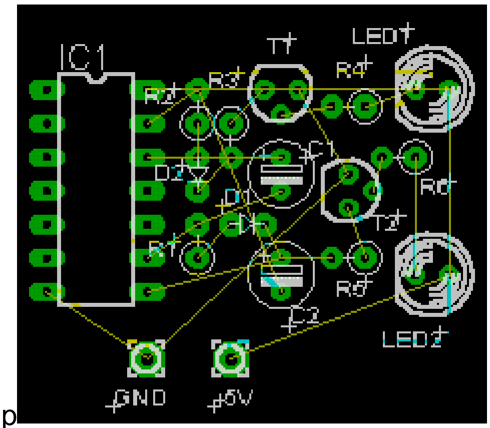


Perintah ”Ripup” digunakan untuk mengembalikan semua pola ke kondisi aslinya. Masukan perintah ini dalam jendela perintah yang terletak pada bagian atas jendela pola.Dalam maksud mengembalikan semua tetapan pola, tanda semi kolon (;) diletakan sebagai terminator.Jendela peringatan berikut ini ditampilkan ketika penekanan tombol “Enter”.Semua pola dikembalikan ke aslinya ketika tombol “Yes” ditekan.



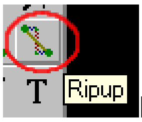


rinup

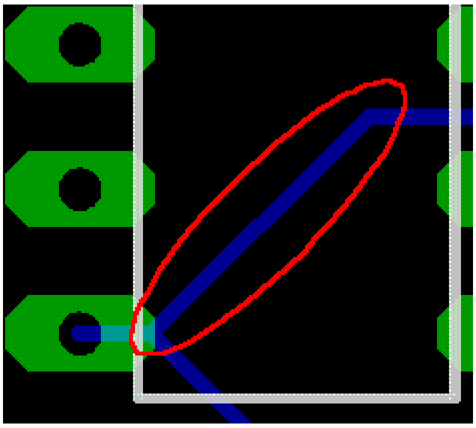


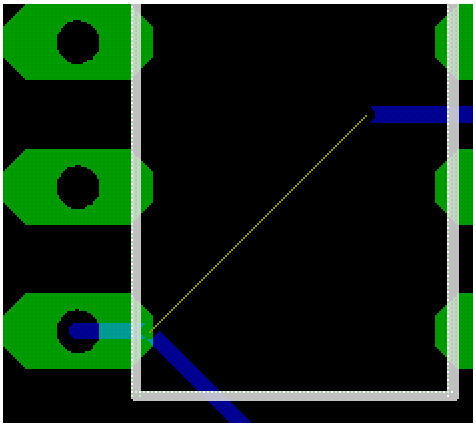


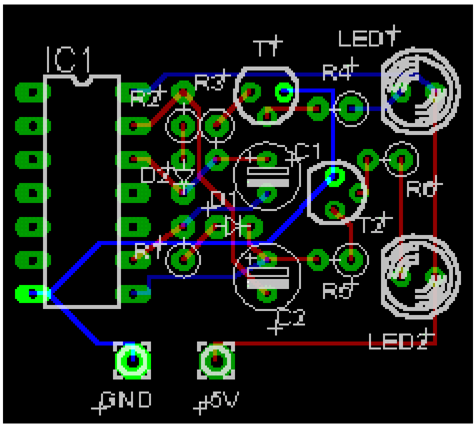
3.2.5.14 Restorasi sebagian pola ke Konsisi Asli

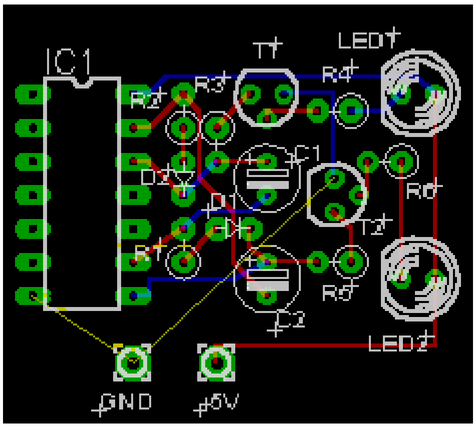


Kadangkala ingin memperbaiki kembali hanya pola dari part. Ada cara dengan menggunakan perintah ”Ripup”, tetapi bekerja pada layar yang sederhana. Hanya pola yang kembali ke kondisi aslinya ketika klik pola yang ingin dikembalikan setelah menekan icon “Pipup”.Restorasi dari seluruh pola (antara terminal dan terminal) yang direspon bila klik ganda.



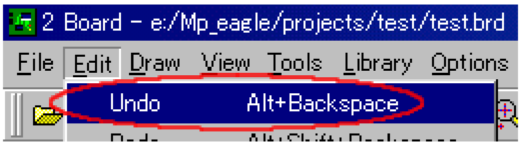




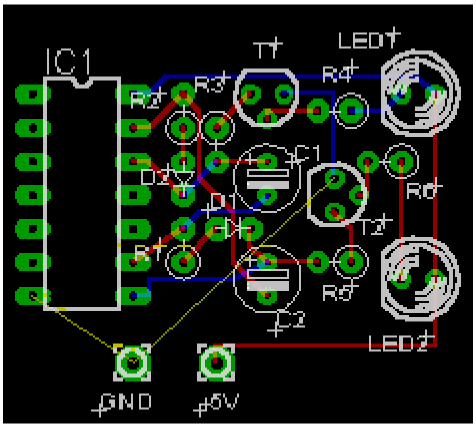


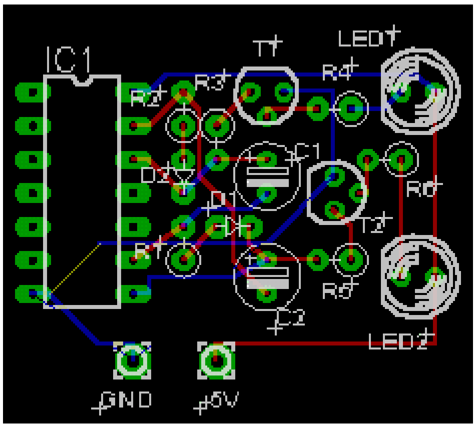


3.2.5.15 Bila Pengembalian Banyak Pola

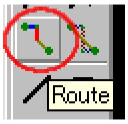


Bila pengembalian terlalu banyak pola, kondisi dapat direstorasi dengan menggunakan “Undo”. Tekan menubar Undo pada menu Edit, dengan ini restorasi ke kondisi operasi selangkah sebelumnya.

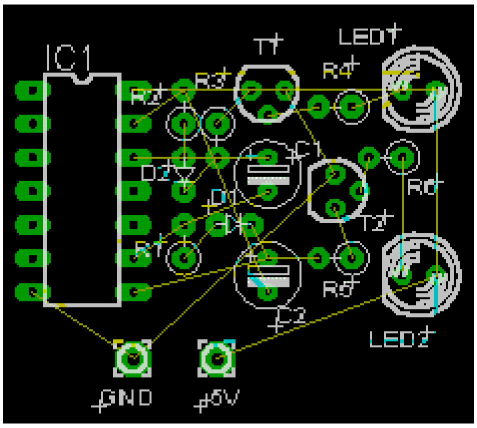




3.2.5.16 Menggambar Pola Secara Manual



Sebuah pola yang telah digambar tidak dapat dimodifikasi dalam pengawatan otomatis.Pola yang digambar secara otomatis hanya menjadi sebuah garis kuning tipis.Jadi bila memutuskan pola sebelumnya, pengawatan harus dilakukan secara manual sebelum pwngawatan menjadi otomatis.





Ikon “Route” digunakan untuk pengawatan secara manual. Setelah penekanan tombol “Route”, itu akan menetapkan atribut pengawatan dengan ikon bar.



Layer — Spesifikasi dari layer tempat menggambar.
1 adalah sisi komponen dan dan 16 adlah sisi pengawatan (biru tua).

Bend Angle — Spesifikasi sudut bengkok dari pengawatan.
From left
- 0 : Tititk awal - horizontal - vertical - akhir
- 1 : Tititk awal - horizontal - 45° - akhir
- 2 : Tititk awal - akhir (koneksi lurus)
- 3 : Tititk awal - 45° - horizontal - akhir
- 4 : Tititk awal - vertical - horizontal - akhir

Width — Spesifikasi tebal pengawatan (tebal).
Defaul dalan inci. Untuk merubah dalam mm, kalikan dengan 25.4.

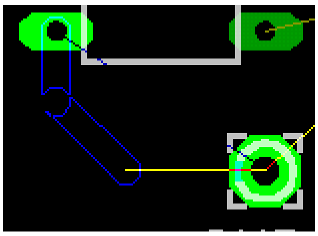
Inch	mm	Inch	mm	Inch	mm
0.01	0.25	0.024	0.6	0.05	1.3
0.012	0.3	0.032	0.8	0.056	1.4
0.016	0.4	0.04	1.0	0.066	1.7

Via shap — Via adalah sebuahlubang tembus untuk koneksi antar pengawatan atas dan bawah.
Bentuk Via dapat dipilih dari 3 jenis. Dari kiri, Square, Round, Octagon.

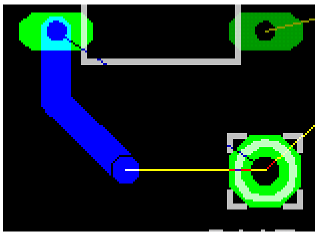


Via diameter — Spesifikasi ukuran Via.

Via drill diameter — Spesifikasi diameter lubang Via.



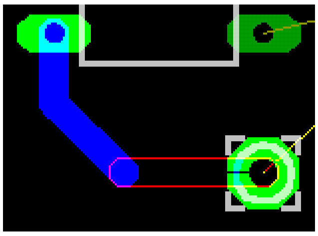
Klik pin ke 7 dari IC sebagai titi awal pengawatan. Itu memungkinkan menggambar pengawatan ketika pointer mouse bergerak, jadi tidak perlu untuk selalu menekan tombol kiri mouse.



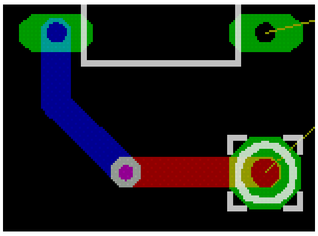
Klik pada terminal atau titik relai dari pengawatan, pengawatan fix. Titik relai pengawatan menjadi titik awal berikutnya.

Mengganti layer dari bawah ke atas.

Layer 1 Top   Via shap Octagon   Via diameter Auto   Via drill diameter 0.024



Gerakkan pointer mouse ke terminal ground sebagai titik akhir. Warna pengawatan menjadi merah yang menunjukkan pengawatan pada sisi komponen.

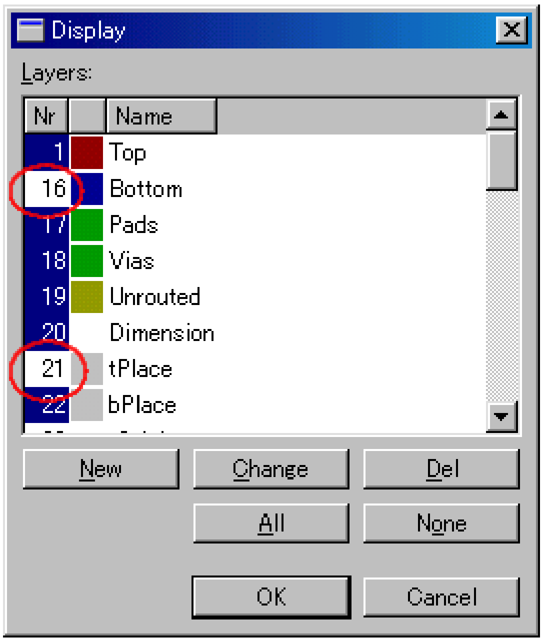


Pengawatan akan fix bila klik terminal. Via yang menggabungkan antara pengawatan sisi pengawatan dan sisi komponen, secara otomatis akan ditambahkan.



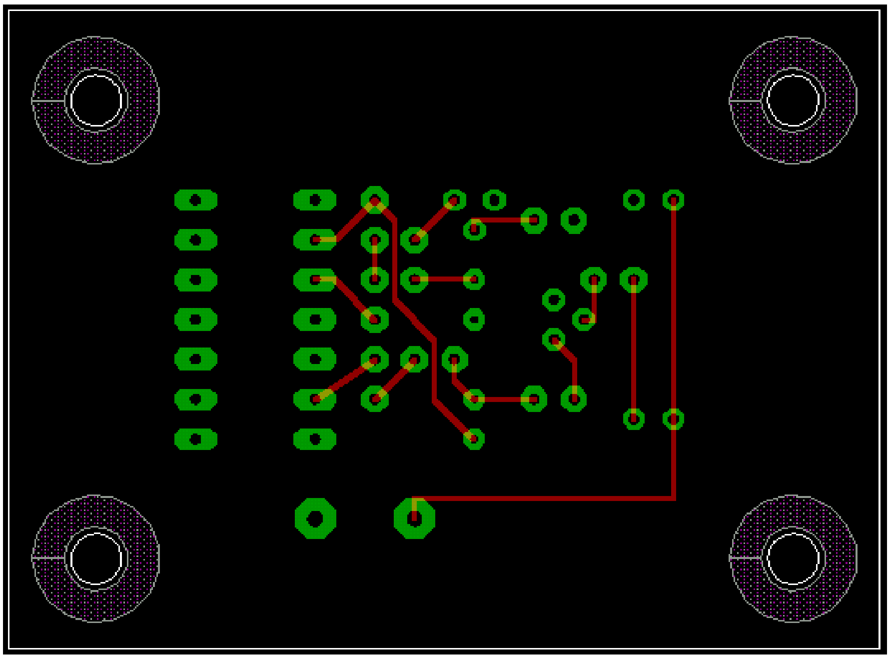
3.2.5.17 Tampilan Pola Sisi Komponen

Setelah membuat skematik dan board, pola sisi komponen, pola sisi skema , bentuk part dan nama part akan dicetak.



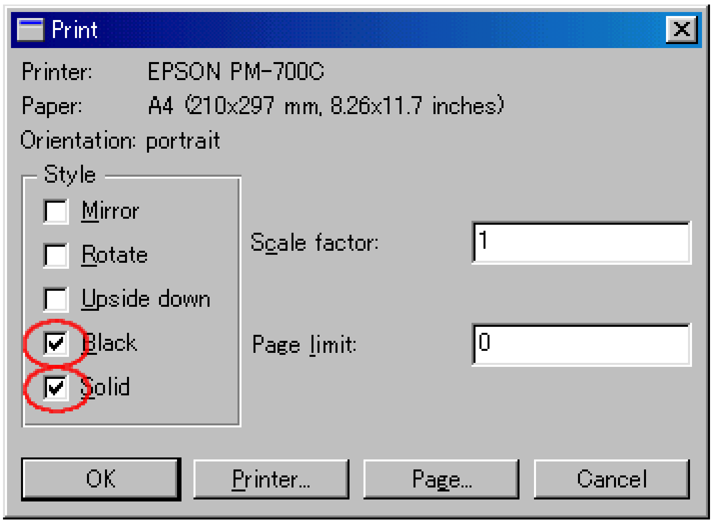
Pilih "Display / hide layers…" dari menu pull down dari "View" pada jendela board.Klik "16 Button" dan "21 tPlace" dan keduanya dibuat OFF. "Botton" adalah pola untuk menampilkan control untuk sisi pengawatan. Saat ini, di buat OFF karena tidak diperlukan. "tPlace" adalah menampilkan control bentuk dan nama part. Mereka tidak diperlukan juga.

Karena "1 Top" adalah pola sisi komponen, maka dibuat ON.Karena "17 Pads" adalah lubang instalasi board, maka di buat ON."20 Dimension" adalah control tampilan sisi board tercetak, bila dibuat OFF, garis tepi tidak dapat dihapus.Untuk menghapus pola lubang instalasi, maka pola 30 – 43 dibuat OFF.Bila 16 dan 21 dibuat OFF, maka hanya pola sisi komponen yang tampil.



3.2.5.18 Mencetak Pola Sisi Komponen

Bila mengklik Print dari menu File, sebuah dialog seperti dibawah akan ditampilkan.

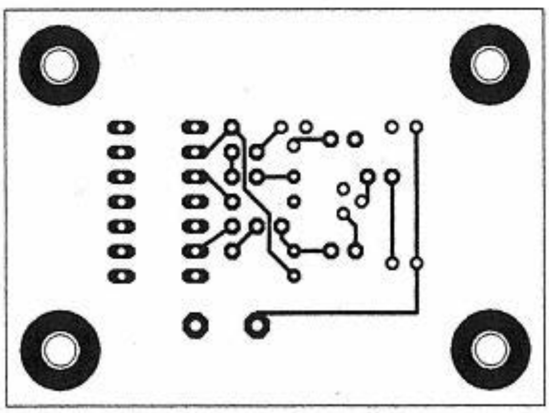


Centang "Black" dan "Solid". Black adalah mengarahkan untuk mencetak pola dengan warna hitam. Solid adalah mengarah untuk mencetak bulatan dan lubang instalasi menjadi hitam.

Mirror adalah mengarahkan membuat sisi terbalik, Rotate mengarah mencetak berputar 90 derajat. Upside down mengarahkan membuat sisi TOP dan BOTTON terbalik.

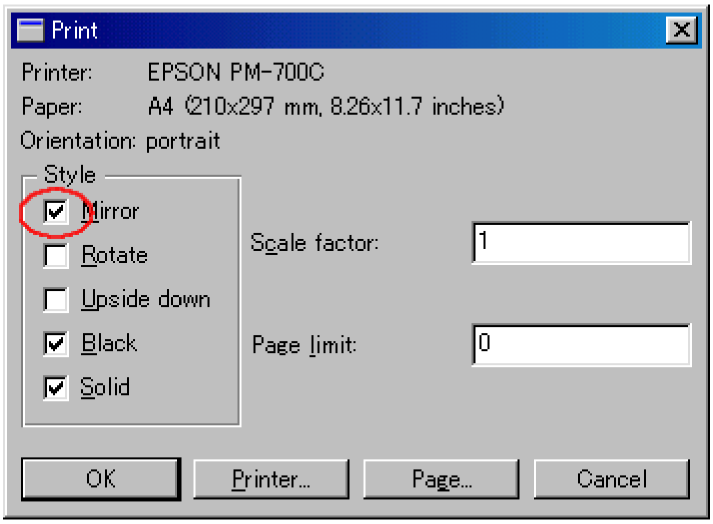


Hasil cetakan sebagai berikut:

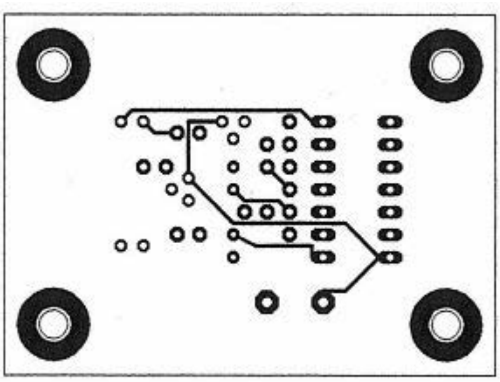


3.2.5.19 Mencetak Pola Sisi Pengawatan

Proses ini mencetak sisi pengawatan dengan pengarahan Mirror.



Hasil setelah pencetakan sesuai printer yang digunakan.





Rangkuman

Penyusunan Part pada Board

1. Setelah penekanan tombol “Move”, part-part dipindahkan ke dalam frame putih.

2. Tombol Grid digunakan untuk menentukan ukuran dan Grid Board

3. Pemeriksaan aturan desain dapat dilakukan dengan tombol DRC, tampilan pada DRC memungkinkan pengguna untuk mengatur berbagai macam ukuran.

4. Untuk melakukan pengawatan otomatis dilakukan dengan menekan tombol Auto

5. Kesalahan part ditampilkan pada pola dan sebuah list ditampilkan dalam jendela kesalahan DRC

6.Untuk mencetak pola tersebut maka klik print dari menu File, dan centanglah pada pilihan Black dan Solid. Mirror adalah mengarahkan membuat sisi terbalik, Rotate mengarah mencetak berputar 90 derajat. Upside down mengarahkan membuat sisi TOP dan BOTTON terbalik.



Tugas

Masing-masing peserta didik mengamati secara seksama dan memahami tutorial yang telah disampaikan pada pembelajaran di atas. Ikuti langkah-langkah penjelasan tutorial tersebut dan diskusikan hasil kerja dengan peserta didik lain dikelas. Jika ditemukan kesulitan dalam pemahaman tutorial, ajukan pertanyaan pada guru pengampu di kelas!.

Test Formatif

1. Jelaskan langkah-langkah menyusun komponen pada PCB!
2. Apa fungsi dari menu grid pada software EAGLE?
3. Jelaskan fungsi menu DRC dan apa yang harus dilakukan jika ditunjukan pesan “warning” atau “error” pada lembar kerja EAGLE?



Lembar Kerja Peserta Didik

Jawab :



II. Evaluasi

A. Attitude skills

B. Kognitif skills

C. Psikomotorik skills

D. Produk/benda kerja sesuai kriteria standar

E. Batasan waktu yang telah ditetapkan

F. Kunci jawaban

III. Penutup

KEGIATAN 6 :

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

⇒ Mendisain rangkaian kerja dengan benar

⇒ Mendisain tata letak komponen dengan benar

⇒ Mendisain jalur pengawatan dengan benar

3.3 Proyek PIC-LED Berkedip

Mendisain papan rangkaian tercetak untukPIC-LED berkedip Pola tampilan pada LED dikontrol oleh pensakelaran. Cara kerja proyrk seperti di bawah ini :

SW1:	Berjalan dari kiri ke kanan
SW2:	Berjalan ke kanan dan kiri dari tengah
SW3:	Berputar

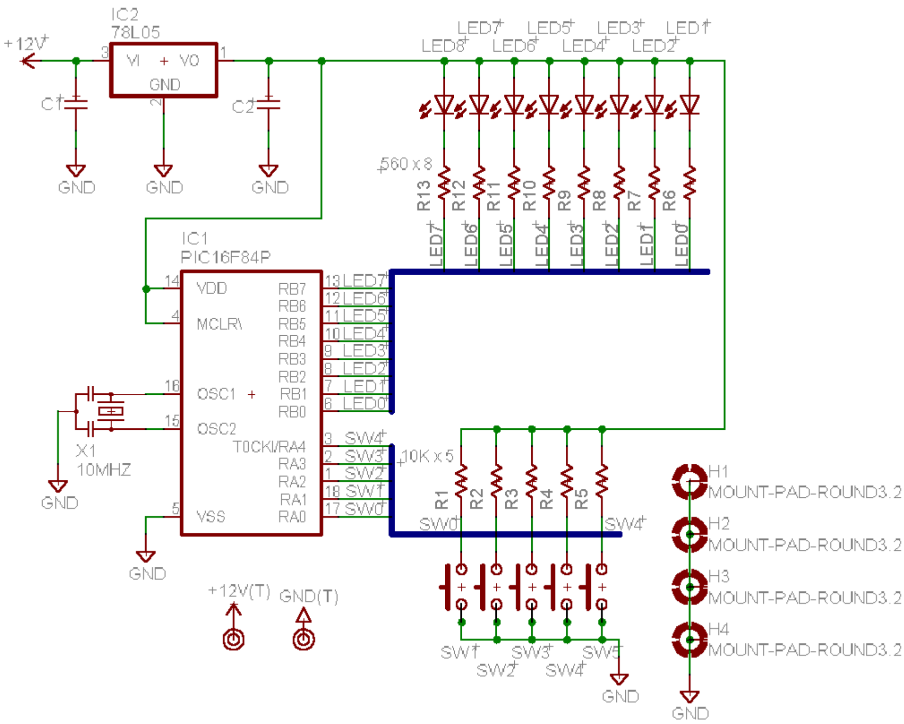
SW4:	Ke tengah dari kanan dan kiri.
SW5:	Berjalan dari kanan ke kiri.



Gambar 7.1 Rangkaian Eelektronika

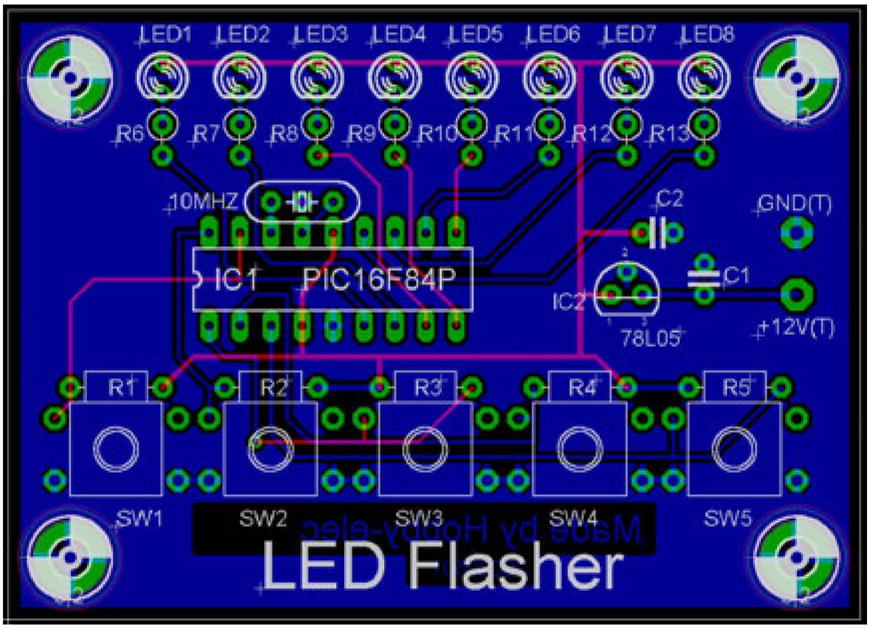


3.3.1 Rangkaian Elektronika



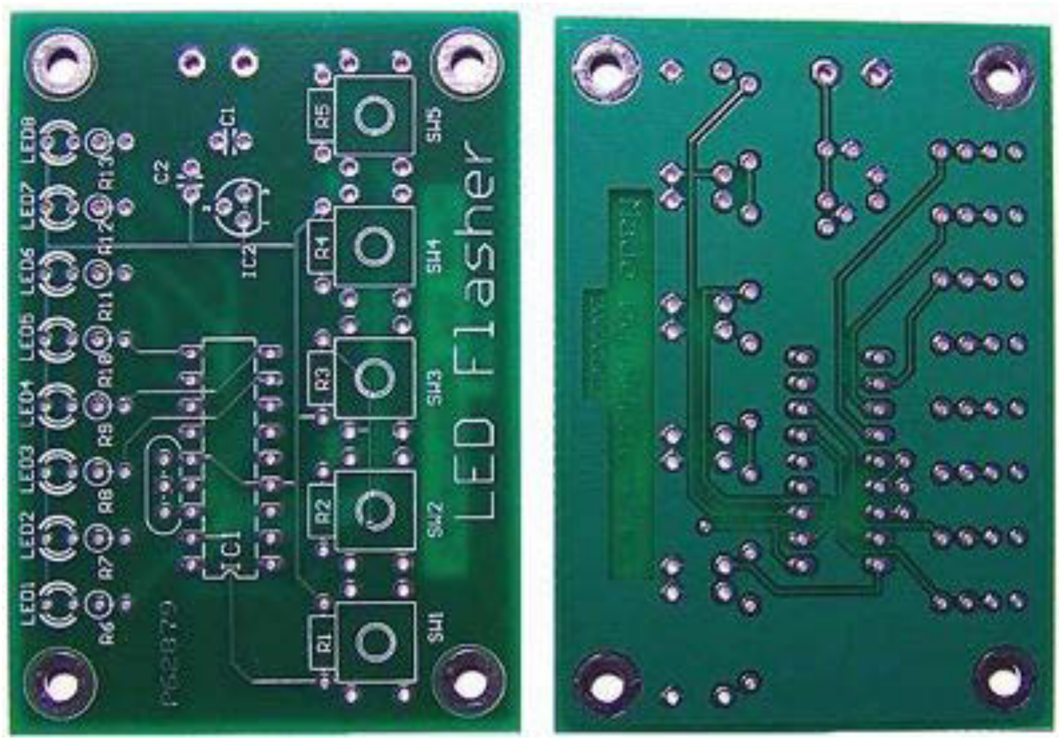
Gambar 7.1 Rangkaian Eelektronika

3.3.2 Tata Letak Komponen



Gambar 7.2Tata Letak Komponen

3.3.3 Jalur Pengawatan



Gambar 7.2Jalur Pengawatan

Tugas

Disainlah tata letak dan jalur pengawatan rangkaian kerja diatas

Test Formatif

Lapor hasil kerja proyek



Lembar Kerja Peserta Didik

Jawab :

KEGIATAN 7 :

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

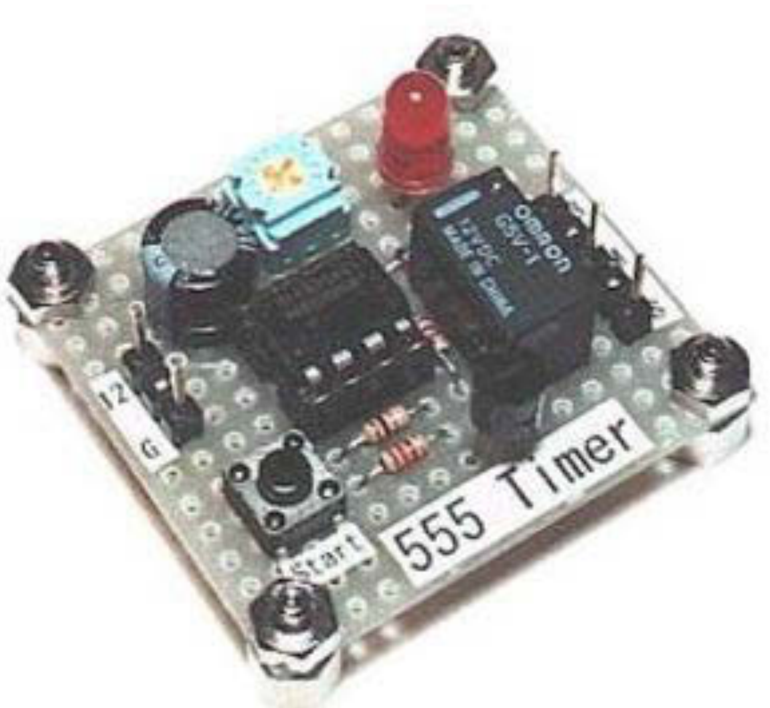
⇒ Mendisain rangkaian kerja dengan benar

⇒ Mendisain tata letak komponen dengan benar

⇒ Mendisain jalur pengawatan dengan benar

3.4 Proyek Pewaktu 555

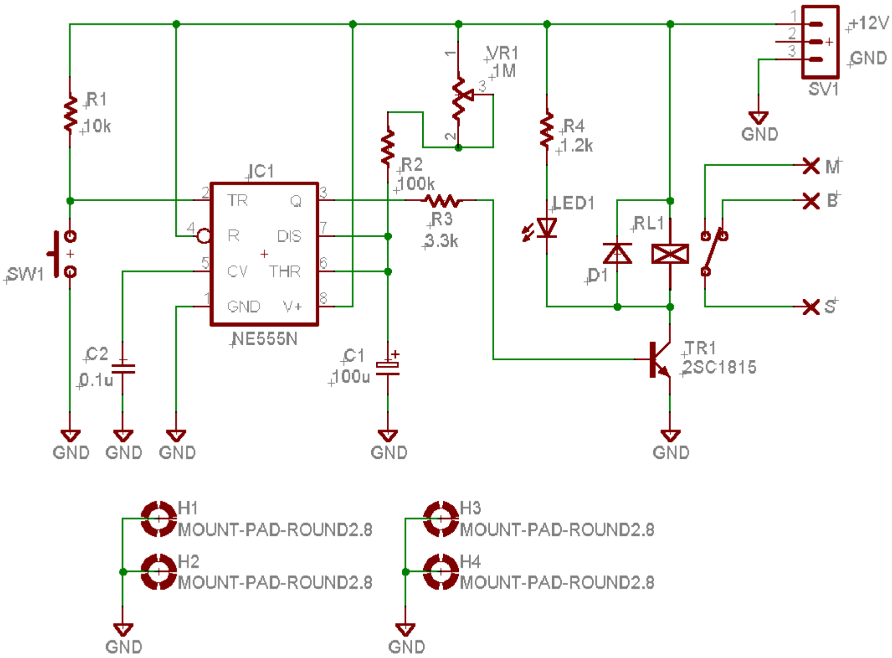
IC 555 dapat digunakan untuk rangkaian osilasi, itu di bangun sebagai pewaktu yang presisi.Rangkaian menghasilkan konstanta waktu setelah penekanan tombol start.Rangkaian luat dapat dikontrol dengan mengunakan titik-titik kontak relai.



Gambar 7.1 Rangkaian Eelektronika

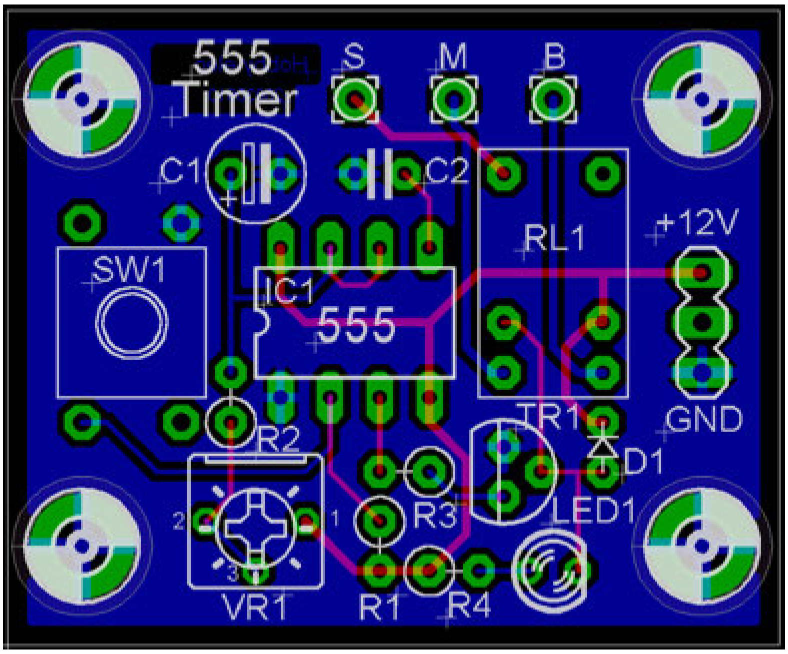


3.4.1 Rangkaian Elektronika



Gambar 8.1 Rangkaian Eelektronika

3.4.2 Tata Letak Komponen dan Jalur Pengawatan



Gambar 8.2Tata Letak Komponen



Tugas

Disainlah tata letak dan jalur pengawatan rangkaian kerja diatas

Test Formatif

Lapor hasil kerja proyek



Lembar Kerja Peserta Didik

Jawab :

KEGIATAN 8 :

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

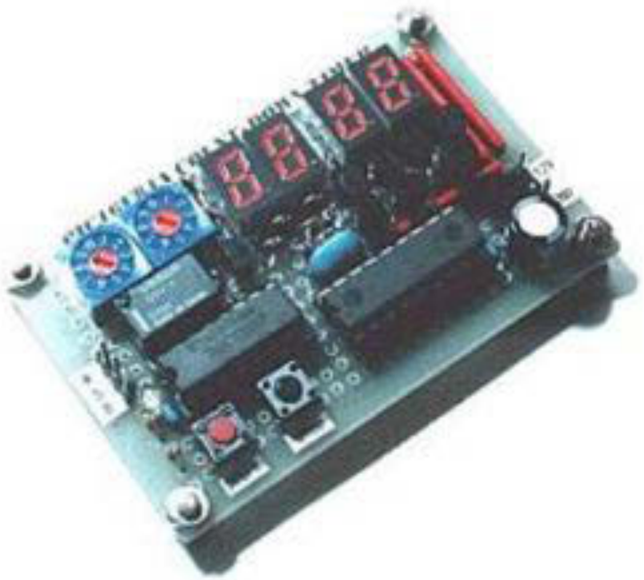
- ⇒ Mendisain rangkaian kerja dengan benar
- ⇒ Mendisain tata letak komponen dengan benar
- ⇒ Mendisain jalur pengawatan dengan benar

3.5 Proyek Pewaktu Turun

Fungsi dari pewaktu adalah sama seperti sakelar stop.

Mode metode perubahan port I/O :7 segmen LED (Output), sakelar BCD (Input) dan sakelar Start dihubungkan dengan PORTB dalam hubungan parallel. Masing-masing piranti disakelarkan menggunakan decoder.

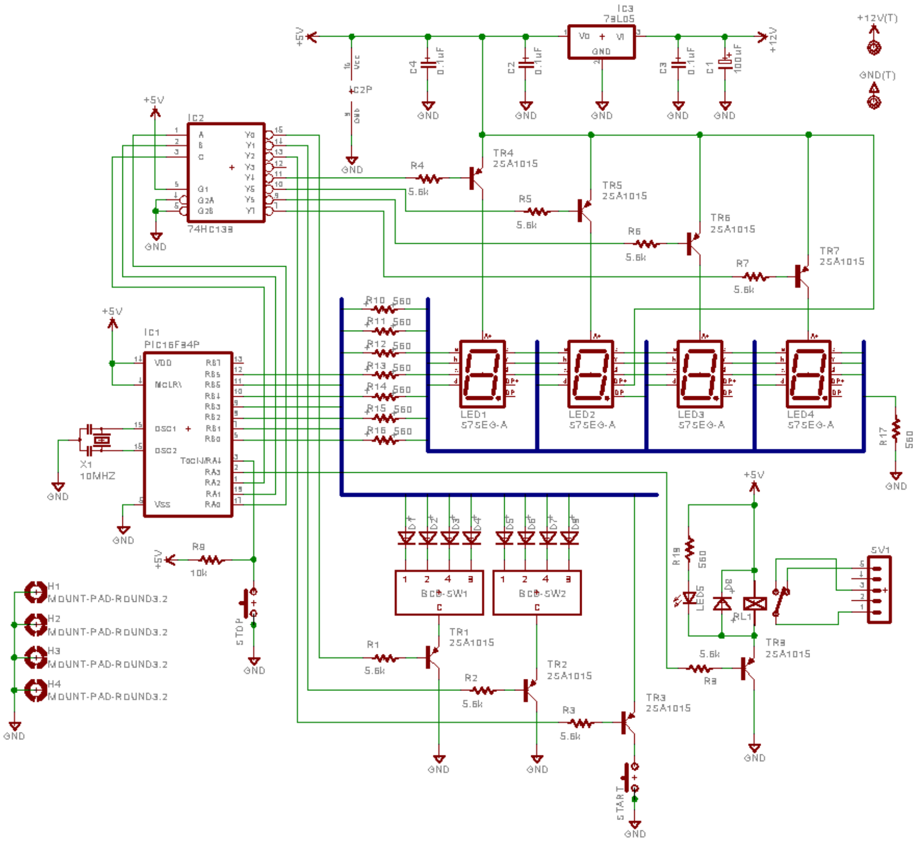
Metode kontrol 7 segment LED : KOde kontrol 7 segments LED dikontrol oleh binary-coded decimal (BCD).



Gambar 7.1 Rangkaian Eelektronika

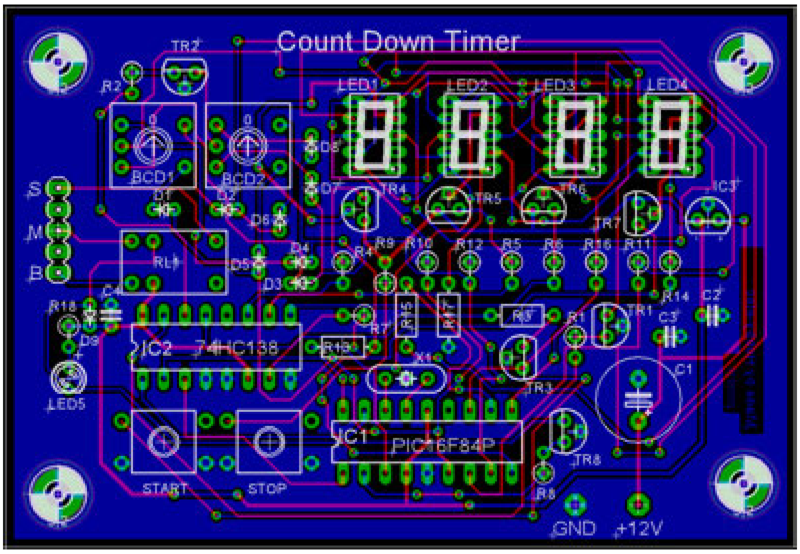


3.5.1 Rangkaian Elektronika



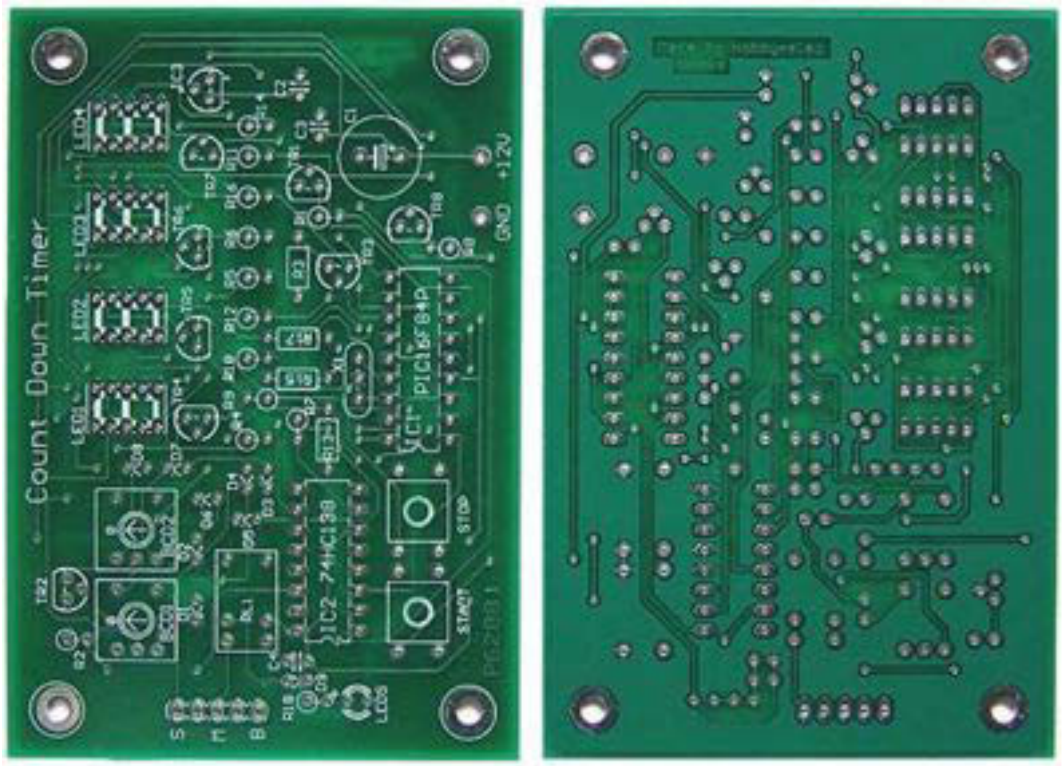
Gambar 9.1 Rangkaian Eelektronika

3.5.2 Tata Letak Komponen



Gambar 8.2Tata Letak Komponen

3.5.3 Jalur Pengawatan



Gambar 8.2Tata Letak Kompo

Tugas

Disainlah tata letak dan jalur pengawatan rangkaian kerja diatas

Test Formatif

Lapor hasil kerja proyek



Lembar Kerja Peserta Didik

Jawab :

KEGIATAN 9 :

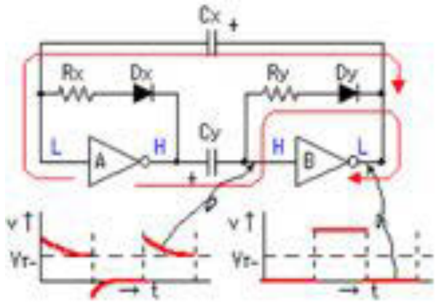
Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

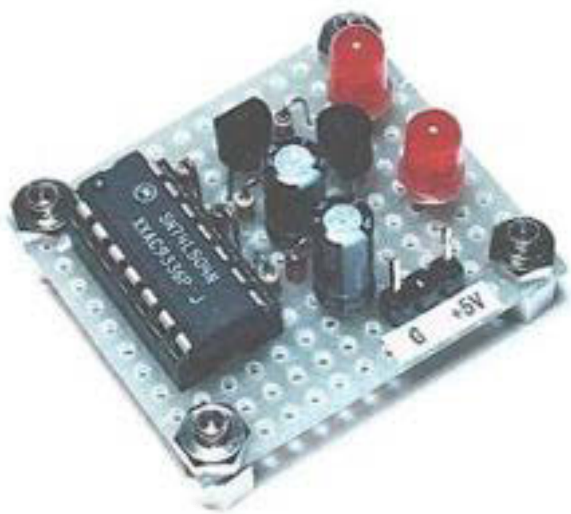
- ⇒ Mendisain rangkaian kerja dengan benar
- ⇒ Mendisain tata letak komponen dengan benar
- ⇒ Mendisain jalur pengawatan dengan benar

3.6 Proyek Multivibrator Astabil

Fungsi dari multivibrator astabil sebagai pembangkit pulsa kotak, yang prinsip kerjanya pengisian dan pengosongan serta pembalikan arah polaritas arus kapasitor.



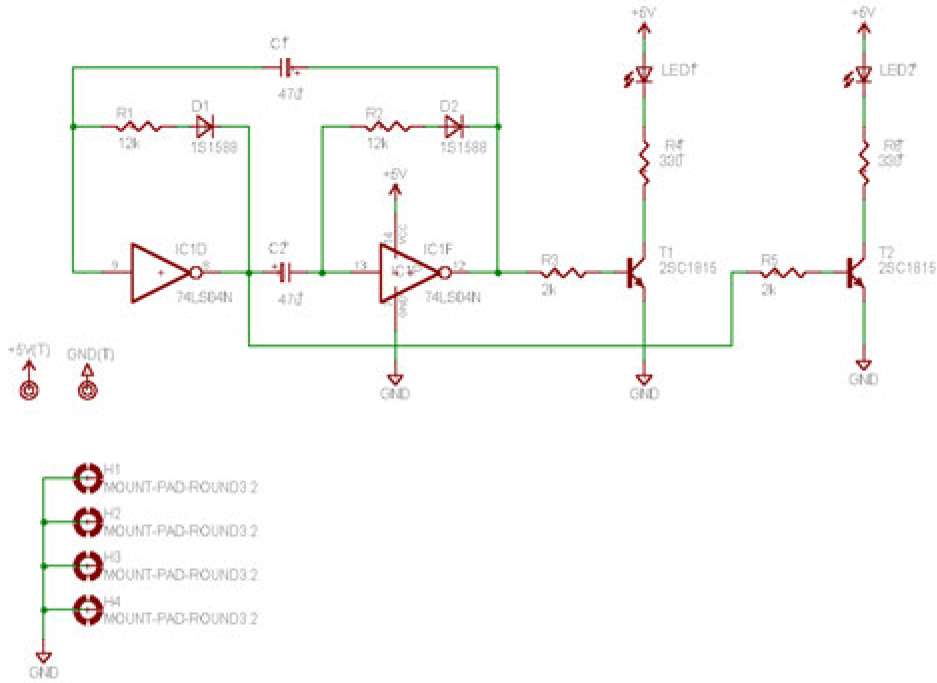
Gambar 7.1 Rangkaian Eelektronika



Gambar 7.1 Rangkaian Eelektronika

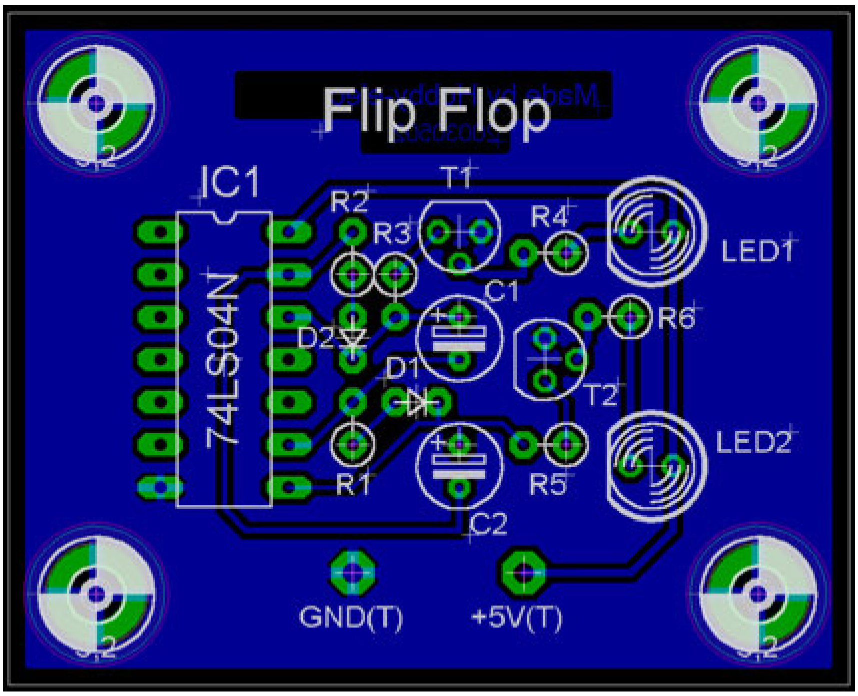


3.6.1 Rangkaian Elektronika



Gambar 9.1 Rangkaian Eelektronika

3.6.2 Tata Letak Komponen dan Jalur Pengawatan



Gambar 8.2Tata Letak Komponen



Tugas

Disainlah tata letak dan jalur pengawatan rangkaian kerja diatas

Test Formatif

Lapor hasil kerja proyek



Lembar Kerja Peserta Didik

Jawab :

KEGIATAN 10 :

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

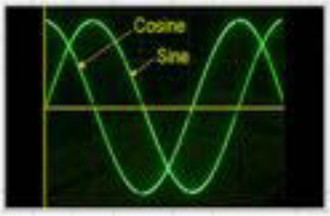
⇒ Mendisain rangkaian kerja dengan benar

⇒ Mendisain tata letak komponen dengan benar

⇒ Mendisain jalur pengawatan dengan benar

3.7 Proyek Osilator Sinusoidal

Osilator gelombang sinus dan cosinus pada waktu yang sama mengunakan op-amp.



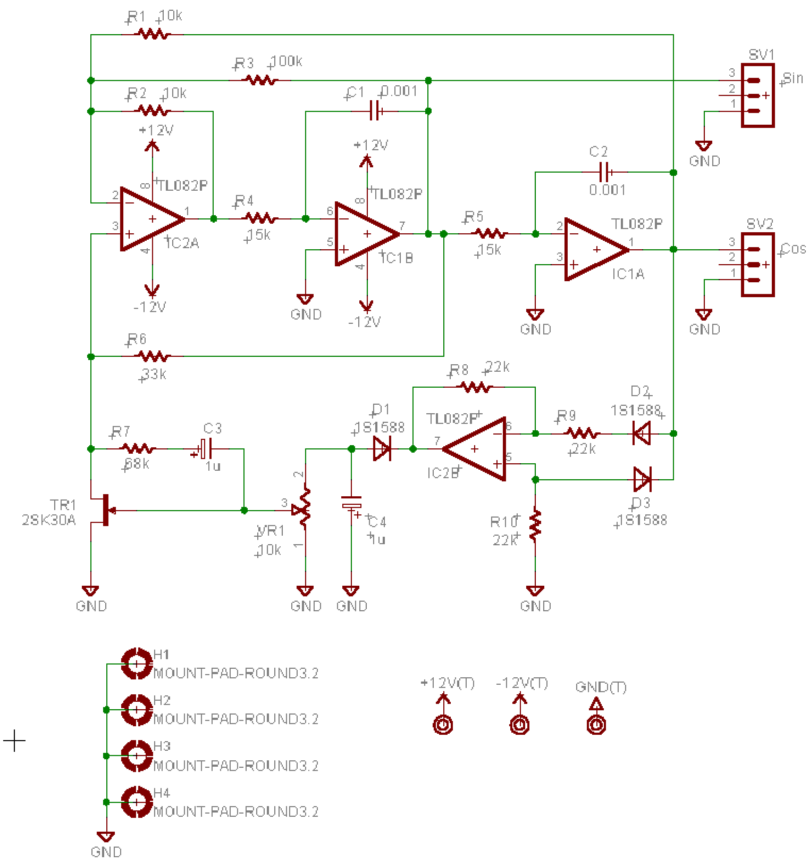
Gambar 7.1 Rangkaian Eelektronika



Gambar 7.1 Rangkaian Eelektronika

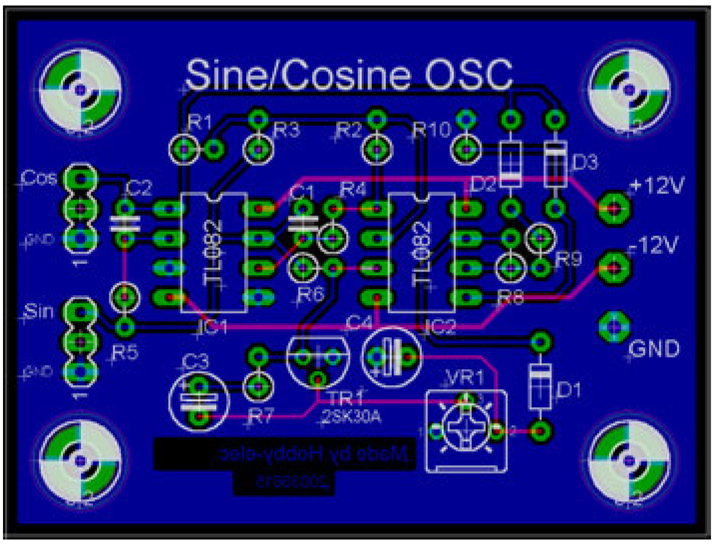


3.7.1 Rangkaian Elektronika



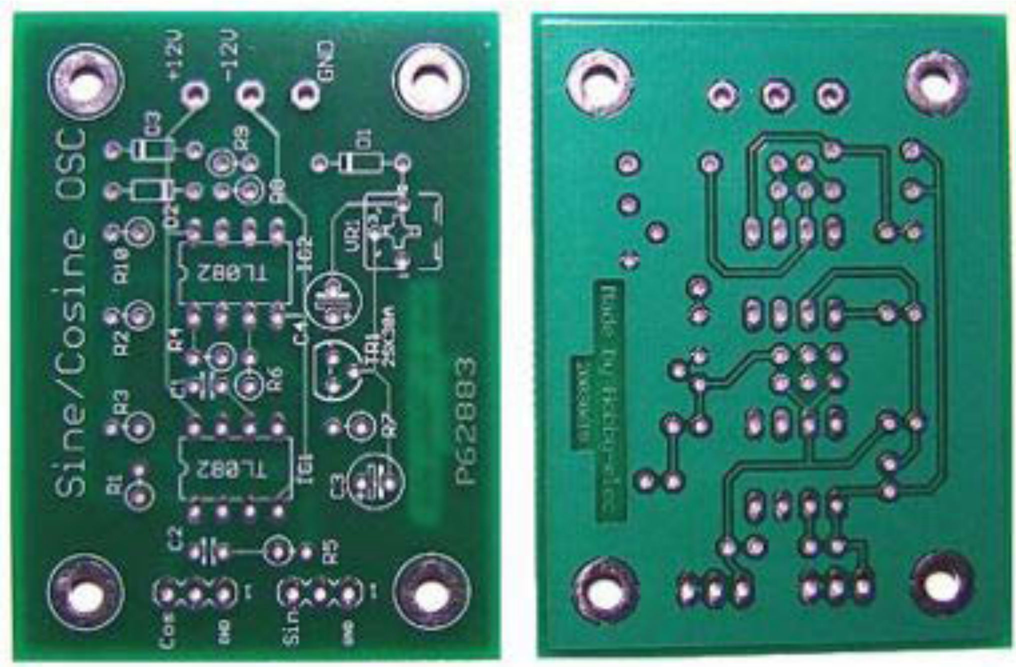
Gambar 9.1 Rangkaian Eelektronika

3.7.2 Tata Letak Komponen



Gambar 8.2Tata Letak Komponen

3.7.3 Jalur Pengawatan



Gambar 8.2Tata Letak Komponen

Tugas

Disainlah tata letak dan jalur pengawatan rangkaian kerja diatas

Test Formatif

Lapor hasil kerja proyek



Lembar Kerja Peserta Didik

Jawab :



KEGIATAN 11 :

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

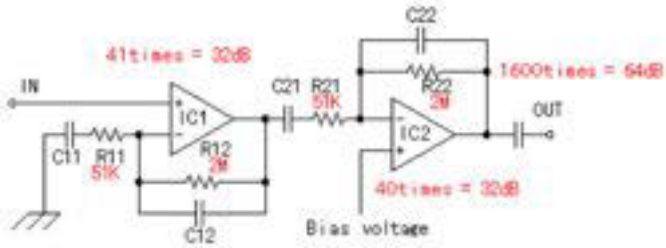
⇒ Mendisain rangkaian kerja dengan benar

⇒ Mendisain tata letak komponen dengan benar

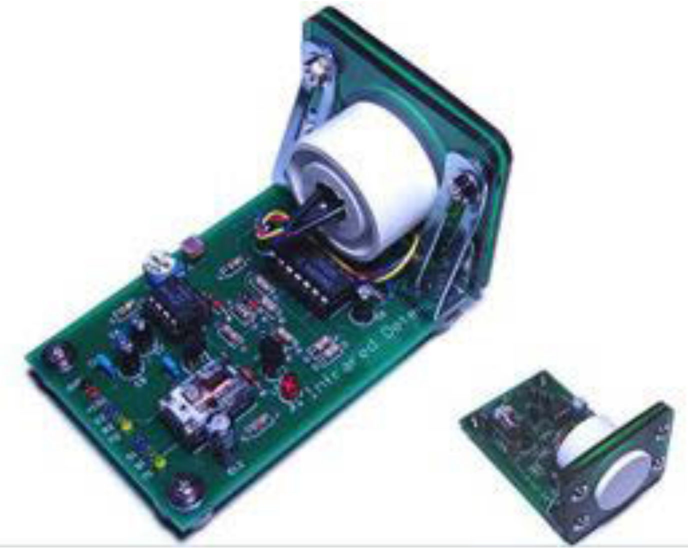
⇒ Mendisain jalur pengawatan dengan benar

3.8 Proyek Detektor Infrared

Detektor infrared menggunakan op-amp dua tingkat dan memperkuat sinyal 1600 kaliyang dideteksi oleh infrared.Masing-masing penguatan 40 kali. Tingkat pertama adalah (1+R12/R11)=40 kali sebab menggunakan penguatan dan tingkat 2 adalah (R22/R21)=40 kali sebab menggunakan penguat inverting.

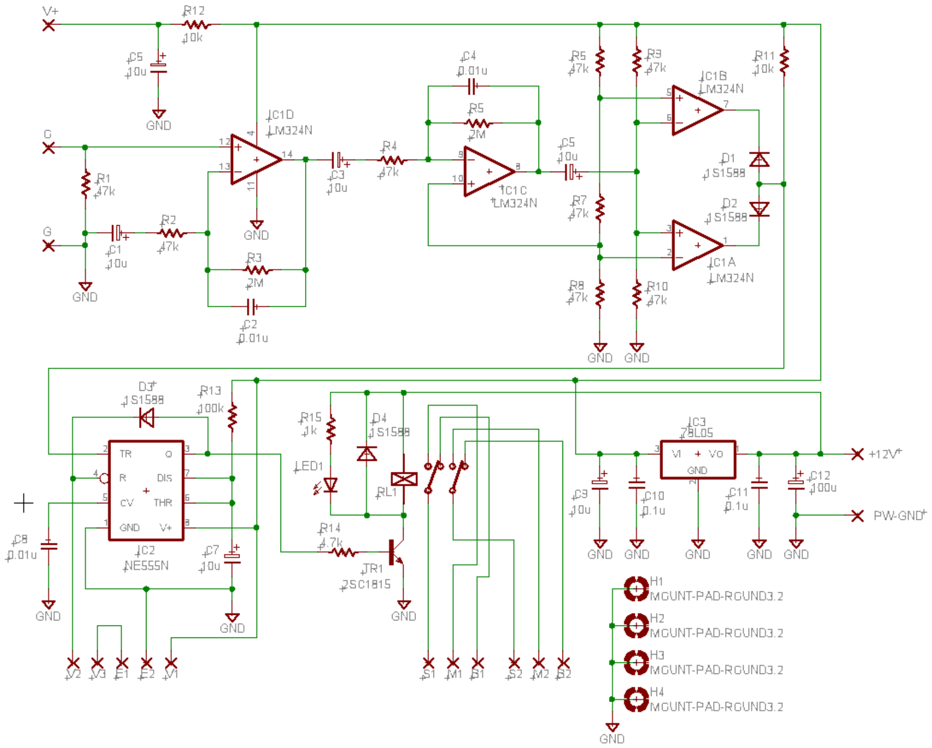


Gambar 7.1 Rangkaian Eelektronika



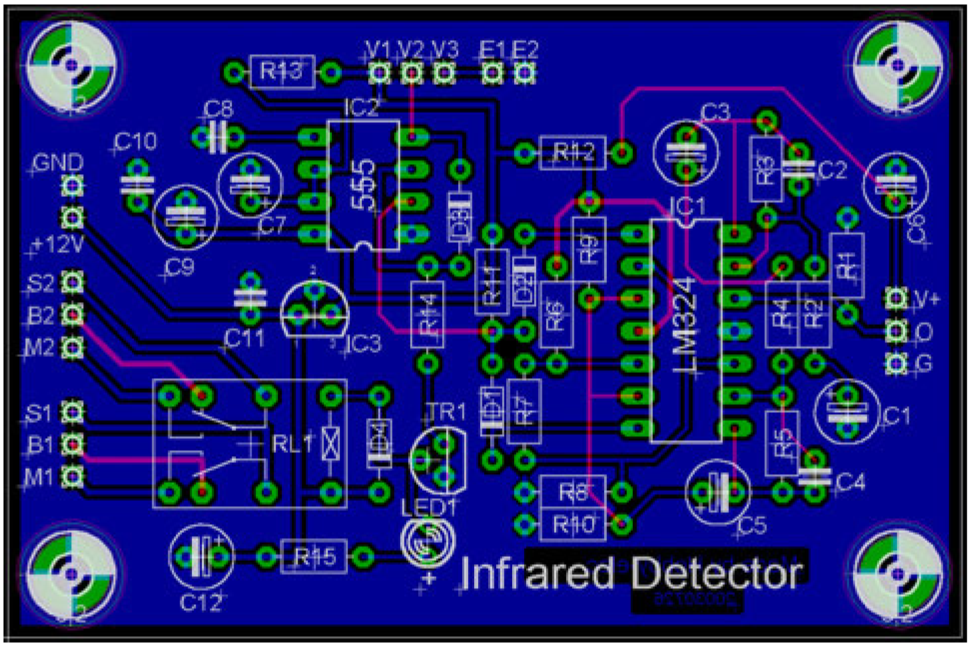
Gambar 7.1 Rangkaian Eelektronika

3.8.1 Rangkaian Elektronika



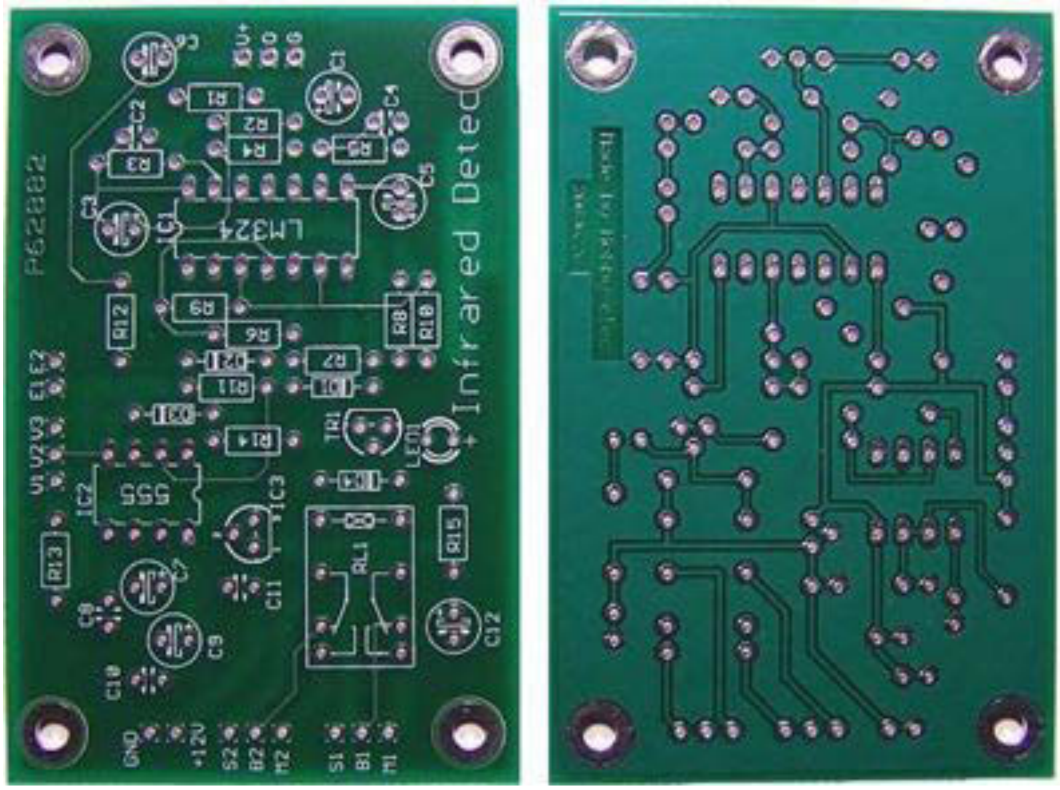
Gambar 9.1 Rangkaian Eelektronika

3.8.2 Tata Letak Komponen



Gambar 8.2Tata Letak Komponen

3.8.3 Jalur Pengawatan



Gambar 8.2Tata Letak Komponen

Tugas

Disainlah tata letak dan jalur pengawatan rangkaian kerja diatas

Test Formatif

Lapor hasil kerja proyek



Lembar Kerja Peserta Didik

Jawab :

KEGIATAN 12 :

Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

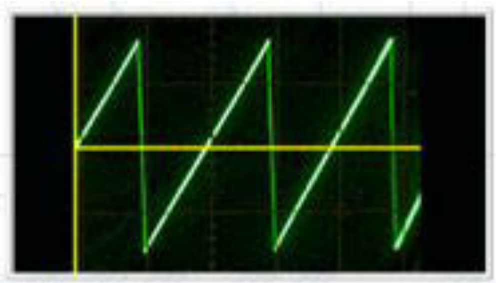
⇒ Mendisain rangkaian kerja dengan benar

⇒ Mendisain tata letak komponen dengan benar

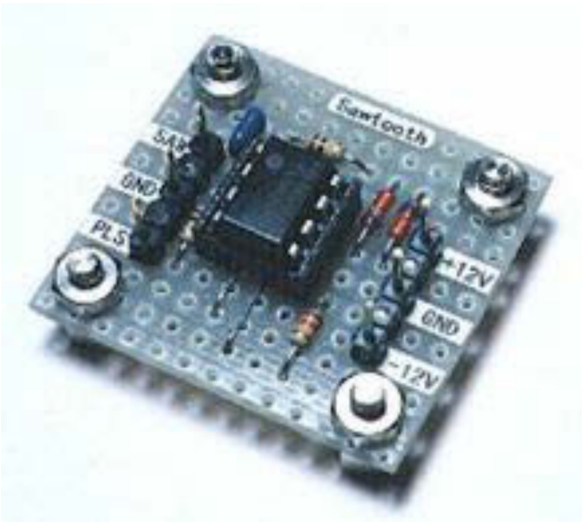
⇒ Mendisain jalur pengawatan dengan benar

3.9 Proyek Osilator Segitiga

Detektor infrared menggunakan op-amp dua tingkat dan memperkuat sinyal 1600 kaliyang dideteksi oleh infrared.Masing-masing penguatan 40 kali. Tingkat pertama adalah (1+R12/R11)=40 kali sebab menggunakan penguatan dan tingkat 2 adalah (R22/R21)=40 kali sebab menggunakan penguat inverting.



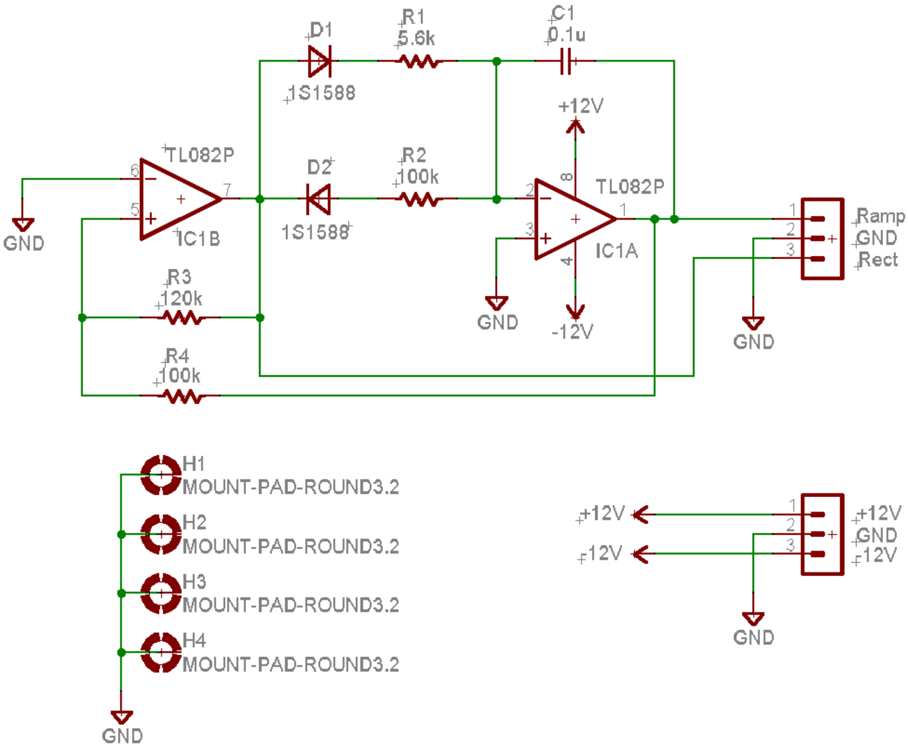
Gambar 7.1 Rangkaian Eelektronika



Gambar 7.1 Rangkaian Eelektronika

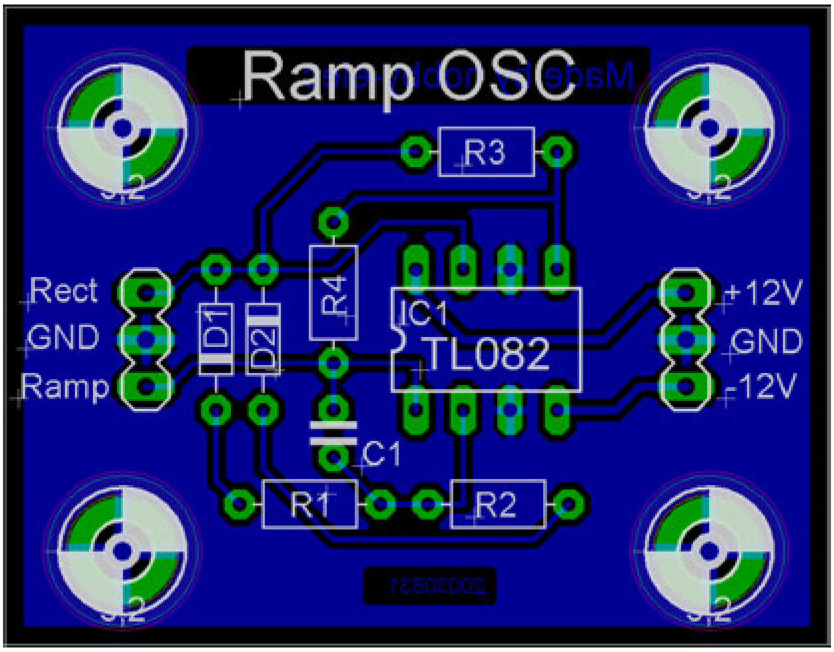


3.9.1 Rangkaian Elektronika



Gambar 9.1 Rangkaian Eelektronika

3.9.2 Tata Letak Komponen dan Jalur Pengawatan



Gambar 8.2Tata Letak Komponen



Tugas

Disainlah tata letak dan jalur pengawatan rangkaian kerja diatas

Test Formatif

Lapor hasil kerja proyek



Lembar Kerja Peserta Didik

Jawab :

KEGIATAN 13 :

Tujuan Pembelajaran

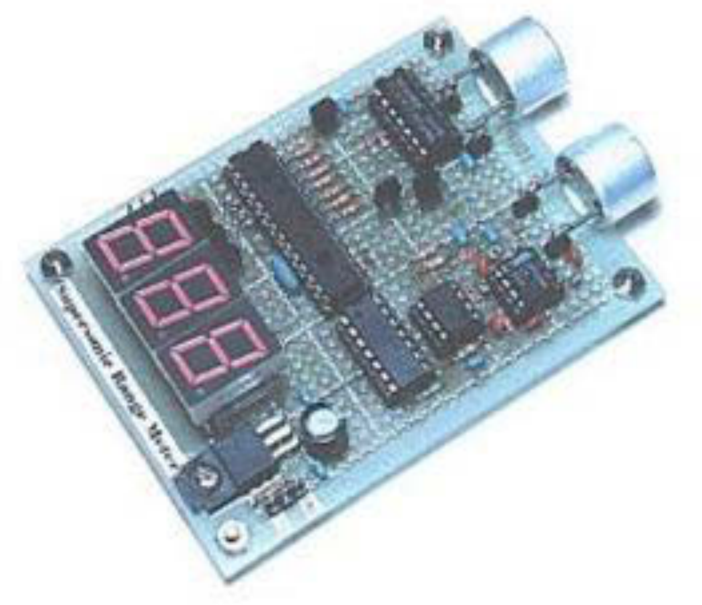
Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat:

⇒ Mendisain rangkaian kerja dengan benar

⇒ Mendisain tata letak komponen dengan benar

⇒ Mendisain jalur pengawatan dengan benar

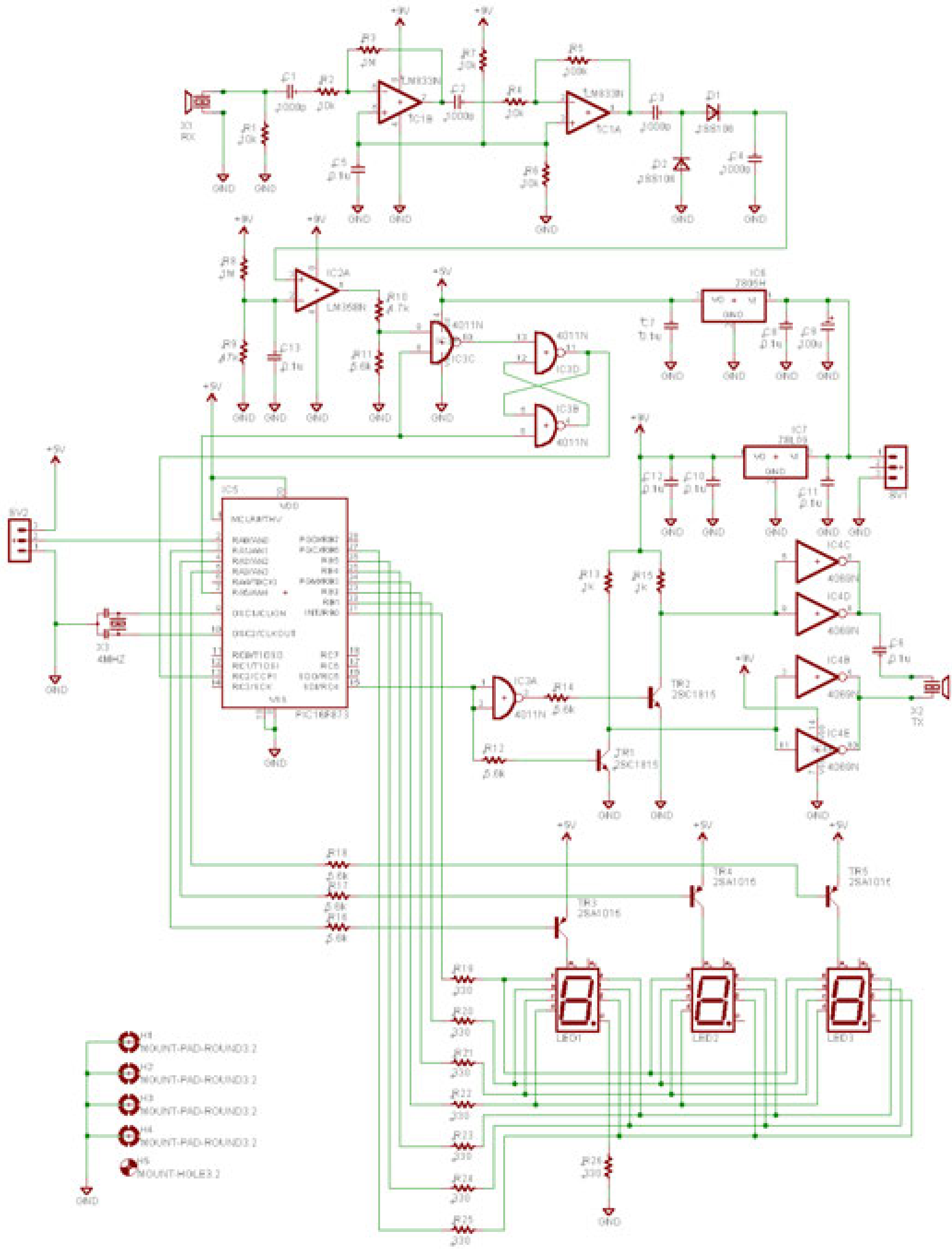
3.10Proyek Osilator Segitiga



Gambar 7.1 Rangkaian Eelektronika

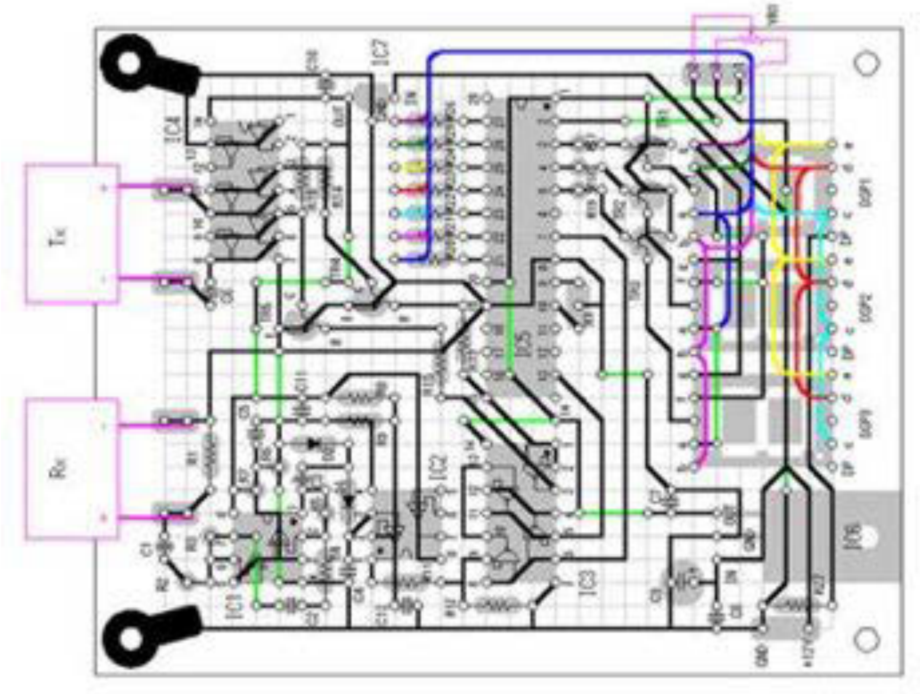


3.10.1 Rangkaian Elektronika

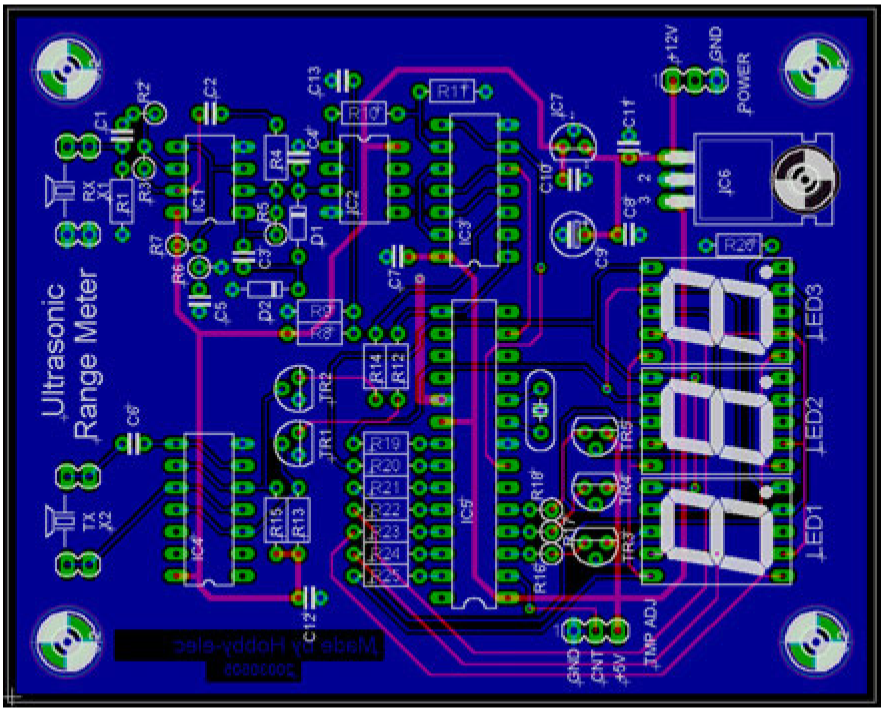


Gambar 9.1 Rangkaian Eelektronika

3.10.2 Tata Letak Komponen



3.10.3 Jalur Pengawatan



Gambar 8.2Tata Letak Komponen



Tugas

Disainlah tata letak dan jalur pengawatan rangkaian kerja diatas

Test Formatif

Lapor hasil kerja proyek



Lembar Kerja Peserta Didik

Jawab :



Daftar Pustaka

Anni Faridah,dkk. *Teknik Pembentukan Pelat-jilid 2*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan,-Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah-Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

Cristian Guilino, Fachkunde *Bauschlosser-Stahlbauer-Schmelzschweisser*.Verlag Handwerk und Technik GmbH, Hamburg, 1986.

............., *Prakticher Lehrgang Spengler fuer Einfuehrungskurse und Betriebe*, SSIV (Schweizerischer Spengler – und Installateur – Veband, Zuerich, 1984.

............., *Werkststtlehrgang fuer Spengler*, SSIV (Schweizerischer Spengler – und Installateur – Veband, Zuerich, 1973.